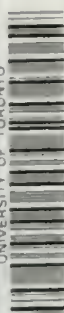


UNIVERSITY OF TORONTO



3 1761 01709341 0

UNIV. OF
TORONTO
LIBRARY



ŒUVRES COMPLÈTES

DE

CHRISTIAAN HUYGENS.





Constantijn Huygens

frère de Christiaan,

d'après un médaillon appartenant au musée communal de la Haye et se trouvant maintenant à titre
de prêt au musée-Huygens Hofwijck à Voorburg.

Engraving by P. P. Schiedeggs after a medallion from the Huygens Museum in The Hague.
The medallion is now in the collection of the Huygens Museum in Voorburg.



ŒUVRES COMPLÈTES

DE

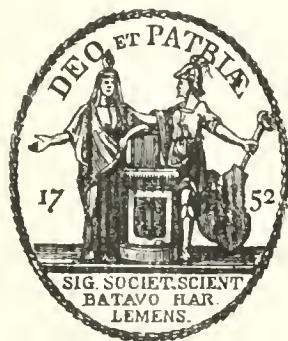
CHRISTIAAN HUYGENS

PUBLIÉES PAR LA

SOCIÉTÉ HOLLANDAISE DES SCIENCES

TOME VINGT-ET-UNIÈME

COSMOLOGIE



LA HAYE
MARTINUS NIJHOFF

1944

444 325 -
23-3 46

COSMOLOGIE



Avertissement général.

Nous réunissons dans ce Tome toutes les Pièces — à l'exception des Journaux de voyage, et d'un assez grand nombre de „Varia”, parmi lesquels les „Varia academica”, dont fait partie la Pièce publiée en 1693 sur la force mouvante de l'explosion de la poudre à canon — qui n'ont pas encore vu le jour dans les Tomes précédents ¹⁾. Elles peuvent toutes, nous semble-t-il, être appelées cosmologiques; car l'homme lui-même, microcosme qui considère l'univers, ne fait-il pas partie du Cosmos? Les réflexions de Huygens, non seulement sur la cosmogonie, mais encore sur la société humaine, sur la vie et la mort des individus, sur leur raison ²⁾, sur leur désir de gloire ³⁾ et de bien-être, sur leurs aspirations diverses, trouvent fort bien leur place, pensons-nous, parmi les Pièces de nature astronomique. En effet, le *Cosmotheoros* lui aussi, dernier ouvrage de Huygens, par lequel le présent Tome se termine, traite en partie d'astronomie proprement dite et en partie de considérations sur les habitants de notre planète et sur ceux qu'on peut se figurer sur les autres.

¹⁾ À la dernière page (p. 622) du T. XX nous avons renvoyé le lecteur au T. XXI pour les „Excerpta ex epistola C. H. Z. ad G. G. L.” Nous pensions que le T. XXI pourrait, outre la Cosmologie, contenir les différents „Varia”. Ceci s'étant montré impossible, c'est dans le T. XXII qu'il faudra chercher nos remarques sur les „Excerpta”.

²⁾ Voyez la p. 663.

³⁾ Μη μὲν ἀσπουδί γε καὶ ἀκλειῶς ἀπολοίμην, ἀλλὰ μέγα βέβας τι καὶ ἐσσομένουςι πρὸςέσθαι (Homère, Iliade XXII 304—305).

Comparez la note 11 de la p. 521 où nous citons un poème de Longfellow, ainsi que la p. 315 où nous publions des vers de Huygens lui-même.

Le T. XV, voué à l'astronomie pure, ne contenait pas encore tout ce qui se rapporte à ce sujet. Il restait des Pièces importantes telles que celles sur le planétaire, sur l'„*astroscopia compendiaria*”, sur la forme sphéroïdale de la terre, sur la cause de la pesanteur.

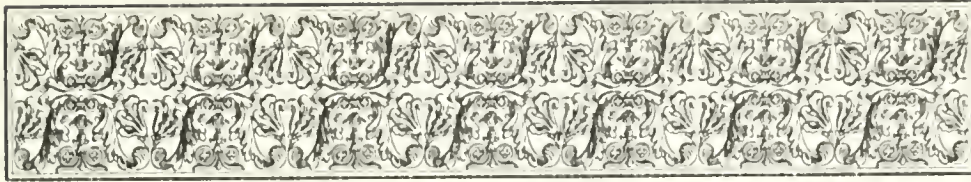
En étudiant ces Pièces et les autres publiées dans le présent Tome, nous avons pu constater que Huygens, déjà avant l'apparition des „*Principia*” de Newton, se sentait de plus en plus attiré par la théorie de Kepler des orbites elliptiques des planètes, tout en n'étant pas entièrement convaincu de la réalité de cette forme. Ce n'est qu'après avoir lu Newton qu'il accepta sans réserve la théorie des orbites elliptiques, et cela tant pour les comètes que pour les planètes. Quant à l'hypothèse de forces inversement proportionnelles aux carrés des distances, exercées, apparemment à distance (instantanément, à travers un espace absolu, sans aucun intermédiaire), par chaque particule matérielle sur toutes les autres ⁴⁾, il n'a pu l'accepter dans sa généralité. Cependant — voyez notre Avertissement au Discours de la Cause de la Pesanteur, ainsi que la p. 577 qui suit — il paraît douteux si son hypothèse de tourbillons multilatéraux ⁵⁾, expliquant non seulement la pesanteur terrestre mais aussi celle des planètes et des comètes vers le soleil, laquelle il a maintenue jusqu'à sa mort, le satisfaisait pleinement. L'influence de Descartes sur lui resta toujours grande, mais on le voit s'en émanciper de plus en plus, ce qui appert aussi par le fait qu'il croit devoir combattre sa métaphysique ⁶⁾. On remarquera en outre — voyez e.a. la p. 511 — l'influence des écrits philosophiques de Cicéron. Nous signalons d'autre part celle de son contemporain aîné, la Mothe le Vayer.

⁴⁾ Voyez sur le sentiment de Newton lui-même les p. 435 et 494 qui suivent.

⁵⁾ Mentionnée aussi aux p. 505—506.

⁶⁾ Voyez notamment les p. 522 (note 2), 525—527, 662, 667 et 826.

HUYGENS À L'ACADÉMIE ROYALE
DES SCIENCES. ASTRONOMIE.



Avertissement.

L'observation systématique des étoiles fixes dans le but d'établir leurs coordonnées devint possible à Paris dès qu'on put disposer des instruments nécessaires. On peut trouver un aperçu des perfectionnements créant en ces jours une „véritable révolution dans l'art d'observer” e.a. dans l'article „Histoire de la Physique” par Ch. Fabry publié en 1924 et faisant partie du Recueil „Histoire des Sciences en France” ¹⁾. Nous avons déjà imprimé dans le T. XIX ²⁾ le discours (ou la note écrite) de Huygens sur la possibilité de faire des tables bien plus exactes que celles antérieurement construites des lieux des étoiles fixes ainsi que du mouvement des astres errants.

La première Pièce, tirée du Registre de l'Académie, qui suit — les sept autres sont de simples renvois au T. XV et, dans deux cas, au T. XIX — date de 1666 (et en partie de 1667) comme le discours mentionné qui peut même être censé en faire partie, ce que le titre de la Pièce I fait voir. Cassini ne vint en France qu'en 1669 et l'Observatoire ne fut achevé qu'en 1672. En 1666 et dans les années suivantes on observait encore, en se servant des „instrumens qu'on a desia” ³⁾, dans le jardin de

¹⁾ L'article se trouve dans le T. XIV (Histoire des Sciences en France, Premier Volume, Introduction générale par Emile Picard) de l'„Histoire de la Nation française” (dir. G. Hanotaux), Paris, Soc. de l'hist.nat. Librairie Plon.

²⁾ T. XIX, p. 258—263. Voyez à la p. 32 le § 11 de la Pièce I qui suit.

³⁾ T. XIX, l. 5 d'en bas de la p. 264. Voyez la p. 87 du T. VI sur un grand „quadrant” que, d'après une lettre de Huygens de novembre 1666, on construisait en ces jours „sur le pignon d'une maison”.

la Bibliothèque du Roi ⁴⁾). Le titre de la Pièce I rappelle aussi l' „Observation — déjà publiée dans le T. VI ⁵⁾ — de l'Eclypse du Soleil du 2^e Juillet 1666 faite dans la maison de Monsieur Colbert” ⁴⁾): elle est en effet tirée, elle aussi, des pages du Registre que nous considérons ici. Parmi „les instrumens qu'on a” il convient de signaler les horloges de Huygens qu'il avait apportées de la Haye: elles furent employées dans l'observation de l'éclipse ⁶⁾).

Les communications de Huygens de la Pièce I font partie d'un ensemble de communications et de discussions entre divers membres de l'Académie. Une publication intégrale de cet ensemble ferait sans doute plus instructive. C'est l'époque dont Fabry dans l'article cité plus haut (Chap. II. Le dix-septième siècle) dit: „Des résultats très importants furent obtenus en astronomie ainsi que dans l'art des observations; c'est pendant cette période que fut inventé le micromètre pour les observations astronomiques — nous disons quelques mots sur ce sujet un peu plus loin ⁷⁾ —, que fut réalisé l'emploi des lunettes pour la mesure des angles et l'usage des horloges pour les observations astronomiques, et ce fut vraiment une œuvre collective. En physique, les résultats furent moins importants, bien que certaines expériences sur le pendule, sur l'élasticité des gaz, sur l'écoulement des liquides aient certainement été, en partie, le résultat d'une collaboration effective entre les académiciens ⁸⁾. Toutefois, cette collaboration devint de moins en moins profitable”. Cette publication intégrale ferait cependant déplacée dans les Oeuvres de Huygens. Comme ailleurs nous suivons une

⁴⁾ Rue Vivienne. Voyez la note 3 de la p. 498 du T. XVII. La maison de Colbert (voir le texte) était fort près de la Bibliothèque du Roi (T. VI, p. 212). Comparez l'endroit du T. VI, se rapportant au „quadrant” de 1666, que nous avons cité dans la note précédente.

⁵⁾ T. VI, p. 58—66.

⁶⁾ Nous avons déjà dit dans la note 1 de la p. 18 du T. XVIII qu'on fit évidemment usage en cette occasion des horloges *astronomiques* et non pas d'horloges *à remontage*, comme le dit la p. 641 du T. VI: ces dernières étaient des horloges *marines*.

⁷⁾ P. 18—19.

⁸⁾ Voyez sur l'écoulement des liquides et de l'air comprimé, etc. les p. 166—173 et 120—142 du T. XIX.

Pour plus de détails, notamment sur l'astronomie dont nous traitons ici, on peut évidemment consulter aussi l' „Histoire de l'Académie Royale des Sciences, depuis son établissement en 1666 jusqu'à 1696”. T. I, Paris, G. Martin e. a. MDCCXXXIII; et, pour avoir une vue d'ensemble, on peut encore lire l'article „Les Sciences en Europe” de P. Tannery (cité aussi au T. XVIII) qui se trouve dans le T. VI de l' „Histoire générale du IV^e siècle à nos jours” publiée sous la direction de E. Lavisse et A. Rambaud.

voie moyenne ⁹⁾). La lecture de ces pages du Registre donne en effet l'impression que c'est surtout au début que les membres s'intéressèrent généralement à l'astronomie.

La Pièce I débute par un discours d'Auzout; comme il s'agit ici d'une feuille *collée* dans le Registre dont la date précise est indéterminable, nous ignorons si ce discours est antérieur ou postérieur à la lecture dans l'Académie du programme de Huygens publié dans le T. XIX ¹⁰⁾ qui commence, conformément au discours d'Auzout, par l'alinéa: „Trouver la ligne meridienne et la hauteur du pole de Paris, qui sont les fondements de toutes autres observations astronomiques”.

Ce fut Auzout ¹¹⁾ qui „exposa le premier à Louis XIV l'utilité de construire un observatoire à Paris” ¹²⁾. Huygens, lui, était convaincu longtemps avant 1665 de la nécessité de trouver exactement la ligne méridienne et la hauteur du pole: voyez, à la p. 529 du T. XV, le début du § 5 datant probablement de 1658: „Stellarum omnium situs ope horologii et binorum perpendicularorum describi poterunt si poli altitudo et meridianus loci exactè cognitus fuerit”. Ce „§ 5” de 1658 correspond d'ailleurs au

⁹⁾ Voyez dans le T. XIX les p. 170 (note 1), 173 (avant-dernier alinéa), 181—185 (Appendice II à la „Statique” et à la „Dynamique”), 255 (note 2; ici il s'agit de la note d'Auzout de 1666 ou 1667, § 1 de la p. 25 qui suit), 257 (note 7), 262 (note 1), 283 (note 1, où il est question des observations et des discours de Cassini et de Picard sur les comètes), 293 (note 3, même sujet), 310 (discours de Cassini sur le même sujet), 330—331, 339—340, 344—345, 400 (note 6 traitant des observations des satellites de Jupiter), 417, 432 (satellites de Jupiter), 439—441 (notes), 630 et suiv. (différents mémoires sur la cause de la pesanteur).

¹⁰⁾ T. XIX, p. 255—257.

¹¹⁾ Consultez sur Auzout (né en 1630 s'il faut ajouter foi à E. Maindron „L'ancienne académie des sciences. Les académiciens 1666—1793”, Paris, Tignol, 1895) la note 3 de la p. 391 du T. I, où nous avons dit qu'il quitta Paris en 1668 pour se rendre en Italie (voyez aussi la p. 267 du T. VI). Il ne revint que peu avant le départ définitif de Huygens de Paris; voyez son nom dans la note 3 de la p. 293 du T. XIX où il est question d'observations de la comète de 1680—1681. La lettre de Huygens à la page citée du T. I fait voir qu'il avait déjà rencontré Auzout en 1655 lors de sa première visite à Paris. Il le vit de nouveau à Paris en 1663. En 1664 il entra en correspondance avec lui; voyez le T. V.

¹²⁾ Nous citons L. F. A. Maury „Les académies d'autrefois. L'ancienne académie des sciences”, Paris, Didier et C.^{ie}, 1864. Voyez la Dédicace au Roi de l'„Éphéméride du Comète de la fin de l'année 1664 et du commencement de l'année 1665” par Auzout, Paris, 1665. Comparez aussi la fin de la note 2 de la p. 255 du T. XIX.

présent „§ 5” de la p. 28 — la division en §§ provient toujours de nous — sans qu’il s’agisse, bien entendu, d’une traduction littérale du latin en français. Sans parler directement du présent § 5, nous avons dit dans ce T. XV de 1925, en citant au long la „Regiæ Scientiarum Academiæ Historia” de 1701 de du Hamel: „La méthode décrite dans ce paragraphe [§ 5 de 1658] fut communiquée en 1667 [le brouillon est de 1666; voyez l’Appendice II que nous citons aussi à la fin du § 2 à la p. 27 qui suit] à l’Académie des Sciences de Paris”.

Déjà en 1658, un an après l’invention de l’horloge à pendule, Huygens se rendit parfaitement compte — nous l’avons dit à la p. 518 du T. XV — du fait que cette invention „met les astronomes à même de remplacer la mesure des hauteurs par l’observation des passages”, ce qui est le sujet traité dans l’un et l’autre § 5. Nous avons brièvement résumé le § 5 de 1658 dans le deuxième alinéa de la p. 521 du T. XV disant qu’ „il démontre que l’observation du passage d’un astre par les deux plans AB et AC [ce sont dans la Fig. 3 de la p. 30 qui suit, les plans passant respectivement par les fils verticaux AB et CD d’une part, AB et EF de l’autre] ne donne pas seulement l’ascension droite mais encore la déclinaison de l’astre”.

N’aurait-on jamais songé à appliquer cette ingénieuse méthode à l’observatoire de Paris pendant le séjour de Huygens dans cette ville? Nous ¹³⁾ avons dit dans le T. XV en citant un livre de 1877 ¹⁴⁾ que „cette nouvelle méthode allait développer l’astronomie pratique d’une manière tout-à-fait imprévue dans la seconde moitié du dix-septième siècle”, puisque . . . vers 1689 l’illustre astronome danois Ole Römer construisit l’instrument de passage, précurseur du cercle méridien”; que „l’idée de Huygens ne s’est pas réalisée tout-de-suite, que nous sachions . . . ce n’est que vers 1689 [plus de 22 ans après la communication à l’Académie] que Römer construisit son instrument de passage [„machina azimuthalis”] qui pouvait être orienté, soit dans le méridien, soit dans le plan du premier vertical”. (On voit une partie du cercle

¹³⁾ Ou, pour parler plus clairement, les rédacteurs du T. XV.

¹⁴⁾ P. 518 et 521; il s’agit de la „Geschichte der Astronomie” de R. Wolf (München, R. Oldenbourg). R. Wolf écrit: „[Es] setzte etwa 1689 Römer dem [Tychonischen Mauer -] Quadranten ein sog. Passageninstrument an die Seite, d.h. ein an langer Achse im Meridian spielendes Fernrohr. Den naheliegenden Gedanken . . . an der Achse des Passagen-instrumentes einen Kreis zu befestigen, der ebenso genaue Höhenablesungen erlaubt als das Fernrohr Einstellungen, hatte zwar ebenfalls schon Römer nicht nur gefasst, sondern auch mit Erfolg ausgeführt”, comme cela ressort de sa correspondance avec Leibniz.

horizontal, et aussi une partie du cercle vertical, mobile autour d'un axe vertical, de cette „machina azimuthalis” ou azimuthal, dans la fig. 100 de la p. 601 de notre T. XVIII). Nous aurions pu citer aussi Delambre qui dans le „Discours préliminaire” de son „Histoire de l'astronomie moderne” de 1821 dit en parlant de Picard et du „système d'Astronomie pratique, qu'il avait exposé à l'Académie dès l'an 1669”¹⁵⁾: „On lui fit attendre dix ans le quart de cercle mural qu'il demandait avec des instances continuelles; il n'eut pas le plaisir de le placer lui-même dans le méridien, il était mourant [en 1682] quand enfin l'instrument fut terminé. En attendant, il avait essayé de faire tourner une lunette dans le plan du méridien. Cette idée fut réalisée par son élève Roemer, et perfectionnée par les modernes. Elle a fourni l'un des deux instruments fondamentaux de l'Astronomie. Roemer construisit donc la première lunette méridienne”. (Cette longue lunette méridienne, mobile seulement dans le méridien, constitue un deuxième instrument de Roemer qu'il ne faut donc pas confondre avec son azimuthal; il l'avait dans sa maison et la désigne par conséquent par le nom „machina domestica”. L'azimuthal avait deux lunettes courtes tournant sur des axes courts). On peut aussi tenir compte de publications plus récentes que celles de 1821 ou 1877. D'ailleurs Delambre savait déjà fort bien que „les observations d'Auzout et de Roemer [amené par Picard à Paris où il séjourna de 1672 à 1681] ont été perdues. Toutes les recherches qu'on a pu faire pour les retrouver ont été vaines”¹⁶⁾. Voyez cependant chez Horrebow une observation conservée de Roemer de 1675¹⁷⁾. Roemer travaillait sans doute beaucoup à l'observatoire puisque d'après les „Comptes des Bâtiments du roi Louis XIV”¹⁸⁾ il recevait une pension et des gratifications; en 1680 il reçut 3200 livres de pension et 1000 livres de gratification „en considération

¹⁵⁾ P. XLIII.

¹⁶⁾ Delambre „Histoire de l'astronomie moderne”, T. II, p. 620. Delambre le dit en citant le livre de 1741 de P. Le Monnier qui faisait la même remarque: „Histoire celeste, ou Recueil de toutes les observations astronomiques faites par ordre du Roy, avec un Discours préliminaire sur le progrès de l'astronomie où l'on compare les plus récentes observations à celles qui ont été faites immédiatement après la fondation de l'Observatoire royal” (Paris, Briasson). Le Monnier se proposait de publier deux volumes, il n'a pu publier que le premier.

¹⁷⁾ P. Horrebow, „Basis Astronomiæ sive Astronomiæ Pars Mechanica”, 1735. Voyez le titre complet à la p. 600 du T. XVIII. On lit aux p. 106—107: „Sequitur observatio habita Parisiis in observatorio Regio anno 1675, etc.” Il s'agit ici de la „methodus observandi æquinocetia” avec l'instrument de Roemer „amphioptera sive tubus reciprocus”. Horrebow dit avoir copié l'observation d'un papier de Roemer brûlé depuis.

¹⁸⁾ Cités par C. Wolf aux p. 200—201 de son livre de 1902 sur l'Observatoire de Paris.

des découvertes qu'il a faites en l'astronomie" ¹⁹⁾. Il est d'autre part certain que Roemer avait déjà pendant son séjour à Paris, plus précisément depuis 1675 environ, le dessein de construire son instrument de passage (ou ses instruments de passage) puisqu'il écrit en 1700 à Leibniz: „Ex magna proinde cogitationum farrajine, hac vice defunnam articulum de Instrumento, cui uni aptum ædificium jam per XXV annos exoptavi, sed nunquam obtinere licuit, omni ex parte voto satisfaciens" ²⁰⁾. C. Wolf écrit à ce propos: „Roemer se plaint de n'avoir pu, pendant vingt-cinq ans, trouver nulle part un emplacement tout à fait propre à l'installation de sa lunette méridienne. Il n'y avait pas en effet à l'Observatoire un endroit qui lui offrit deux murs solides . . . etc. ²¹⁾. A Copenhague, où il était le maître, Roemer ne fut pas d'abord plus heureux etc."

Puisque nous avons cité plus haut Delambre sur Picard et le cercle mural, nous observons encore que, d'après les papiers de Cassini (C. Wolf, p. 204), celui-ci avait fait construire dès son arrivée à l'Observatoire, de nombreux instruments, e.a. „deux quarts de cercle *muraux*, plusieurs quarts de cercle mobiles, *un azimutal pourvu de deux cercles entiers*, etc.". (Voyez d'ailleurs au § 1 de la Pièce I qui suit ce qu'Auzout disait déjà en 1666 ou 1667 sur la nécessité d'avoir „un azimutal joint au quart de cercle" ou „un azimutal a part avec des filets ou autrement"). Quant aux observations de Cassini, celles-ci n'ont été publiées qu'en 1900 par G. Bigourdan, astronome de l'Observatoire, sous les auspices de l'Académie des Sciences; mais il y a une lacune du 15 juin 1674 jusqu'à 1680 (C. Wolf. p. 206—208).

Somme toute, on peut considérer comme nullement improbable que les travaux de Roemer exécutés à Copenhague depuis 1681 ²²⁾ se rattachent à ses travaux, et plus généralement à des travaux, exécutés à l'Observatoire de Paris ²³⁾.

¹⁹⁾ Voyez sur le micromètre de Roemer le Cap. XIII („De Micrometro Roemeriano") de la „Basis astronomiæ" de Horrebow.

²⁰⁾ Même endroit. Il s'agit d'une lettre du 15 déc. 1700 publiée dans les „Miscellanea berolinensia", continuatio II, 1727, p. 276.

²¹⁾ R. Radau dans son article de 1868 dans la „Revue des deux Mondes" de Paris („L'observatoire de Paris depuis sa fondation") va jusqu'à dire: „le donjon que Perrault avait conçu, et qui fut exécuté malgré les réclamations les plus énergiques des hommes du métier, était complètement impropre aux observations du ciel".

²²⁾ Il faut noter que les observations de Roemer faites à Copenhague jusqu'en 1710, année de sa mort, ainsi que celles de son élève Horrebow qui lui succéda, sont également perdues à d'infimes restes près, par suite de l'incendie qui dévora l'observatoire de Copenhague en 1728.

Il est toutefois absolument certain que la méthode de Huygens ne fut pas appliquée à Paris pendant son séjour autant qu'elle le méritait puisqu'après son départ il écrit à de la Hire: „Je vous recommande sur tout de faire mettre en état le grand quart de cercle pour les hauteurs meridiennes s'il ne l'est pas encore et de songer ensuite à déterminer les lieux des étoiles fixes par le moyen de ces hauteurs et des différences des ascensions droites. Comme depuis peu j'ay étudié d'avantage en Astronomie que par le passé à l'occasion de la machine planétaire . . . je reconnois aussi de plus en plus le besoin que l'Astronomie a de cette correction des lieux des étoiles qui sert de fondement à tout le reste”²⁴).

Nous croyons apercevoir que plus tard de la Hire a appliqué à Paris la méthode de Huygens²⁵).

Bigourdan dans son livre de 1920 „L'astronomie, évolution des idées et des méthodes” (Bibl. d. philos. scientif. E. Flammarion, Paris) dit à bon droit dans le Chap. VI („Application des lunettes et du micromètre aux quarts de cercle. — Instruments modernes” I „Instruments méridiens”): „Avec son quart de cercle mural placé dans le méridien, Picard voulait évidemment déterminer les hauteurs méridiennes des astres; mais voulait-il employer le même instrument à la détermination des différences d'ascension droite? Cette question est difficile à trancher. Nous l'avons vu installer une lunette murale mobile dans le méridien, mais nous ignorons si son axe était court comme celui des quarts de cercle, ou s'il était long; et la question est importante, car avec un axe court il serait à peu près impossible de faire décrire à la lunette un plan parfait. C'est du moins ce qu'aperçut bien son élève Roemer qui plaça une [longue] lunette sur un long axe et créa ainsi la lunette méridienne; *mais nous manquons de détails sur l'invention de cet instrument* [nous soulignons]”.

²³) Dans sa „Geschichte der astronomischen Messwerkzeuge von Purbach bis Reichenbach, 1450 bis 1830” de 1908 (Leipzig, W. Engelmann) Joh. A. Repsold exprime des doutes sur la construction de l'azimutal de Picard. Mais ces doutes ne reposent sur aucun document. Au contraire, Repsold nous apprend que cet azimutal est dit avoir été construit en 1678 par Migon pour le prix de fr. 387. C'est uniquement ce prix peu élevé qui le rend méfiant.

²⁴) Lettre du 19 février 1682, p. 344 du T. VIII.

²⁵) Dans ses „Tabulae astronomicae Ludovici Magni jussu et munificentia exaratae et in lucem editae” etc. de 1702 — nous citons la deuxième édition de 1727 — de la Hire écrit (voyez sur la détermination de la réfraction atmosphérique la suite du présent Avertissement) p. 97: („Usus Tabularum”, Praceptum XIX): „Altera refractionis observandi Methodus. Possumus etiam refractionis quantitatem obtinere, ex observatione unius ejusdem stellae, cujus altitudo meridiana sit 90 graduum, aut paucis gradibus minor. Cognita enim altitudine Poli vel Aequatoris in loco observationis, ex altitudine meridiana stellae habebitur ejus vera declinatio, cum circa verticem vel Zenith refractiones sint insensibiles.

En considérant les instruments précurseurs des instruments de passage de Roemer, on peut aussi avoir égard à ce que Huygens écrit aux p. 35 et 37, datant de 1680, du Manuscrit F: „La mesme lunette pourra servir et pour prendre les egales hauteurs d'estoile, estant suspendue par un fil; et dans le cercle meridien estant suspendue [à des fils] par les deux bouts . . . les bouts d'en haut [de ces fils] sont attachez a deux petites avances de leton scellees dans un mur qui soit disposé nord et sud, comme les costez des fenestres meridionales et septentrionales de l'observatoire . . . l'on connoitra si la visuelle de la lunette, haussée ou baissée, demeure dans un même azimut, par le renversement de la lunette ²⁶⁾.” Il est permis de supposer — consultez l'Appendice IV qui suit datant de 1674 — que Roemer conversait souvent avec Huygens ²⁷⁾ sur des sujets d'astronomie. Voyez l'Appendice V sur les pages citées de 1680 du Manuscrit F.

Une difficulté essentielle qui se présente dans la détermination précise de la hauteur d'un astre — nous le disons toujours à propos de cette méthode de Huygens — c'est la réfraction atmosphérique. À la p. 2 (non numérotée) de son ouvrage déjà cité dans la note 16 Le Monnier dit: „Personne n'ignore aujourd'hui quel progrès l'Astronomie fit tout d'un coup en France dès l'établissement de l'Académie: M^{rs} Huyghens, Picard & Auzout publièrent alors de si belles découvertes sur la maniere de perfectionner les instruments, qu'on reconnut bientôt tout le prix de leurs Observations, & quels avantages elles avoient sur celles de tous les autres Astronomes qui les avaient précédés”. Et à la p. V du Discours Préliminaire: „La découverte des Réfractions

Sed si ad singulos gradus altitudinis stellæ, tempus in horologio oscillatorio notatum observetur, nec non tempus transitus stellæ per meridianum, quod obtinebimus per altitudines ejusdem stellæ aequales ad ortum & ad occasum, habebimus in triangulo spherico arcum distantie inter Polum & Zenith, declinationis stellæ complementum, & angulum iisdem arcubus comprehensum, scilicet differentiam temporis medii inter transitum stellæ per meridianum, & ejus locum pro quo calculus instituitur, in gradus & minuta conversam, quibus addenda erit huic tempori conveniens pars proportionalis motus medii Solis 59'. 8". unius diei spatio; quamobrem reperietur verus arcus verticalis inter Zenith & stellæ verum locum: sed etiam ex observatione altitudinis stellæ eundem habuimus arcum apparentem; erit igitur eorum arcuum differentia refractionis quantitas in altitudine stellæ. Ex simili calculo, ad singulos gradus altitudinis stellæ colligetur refraction".

²⁶⁾ Il s'agit d'une rotation de 180° de la lunette autour de son axe.

²⁷⁾ Voyez e.a. sur des conversations sur d'autres sujets les p. 112 du T. VIII, 603 du T. XVIII et 440 du T. XX.

Astronomiques ayant été un des principaux objets des Astronomes de l'Académie dès les premières années de son établissement, M. *Huygens* propofa à ce fujet diverfes methodes qui donnerent lieu aux observations des étoiles Septentrionales, & des hauteurs du Soleil, qui font rapportées [ici]".

Il ne faut certes pas parler avec légèreté des connoiffances des anciens, ni fur ce fujet, ni fur beaucoup d'autres. Nous savons maintenant qu'il n'est pas vrai comme le dit Caffini — qui avait conftruit déjà en 1662, après Tycho Brahé, une table de la réfraction atmosphérique²⁸⁾ — que celle-ci leur était demeurée inconnue²⁹⁾. Au dix-septième fiècle on ignorait apparemment que Ptolémée — fur lequel Alhazen (cité à la p. 519 du T. XV) fe bafe — avait déjà traité ce fujet dans fon Optique³⁰⁾: il y parle, comme femble le faire Caffini encore en 1693²⁹⁾, d'un changement de direction, d'une réfraction, du rayon de lumière droit et reftant tel en un endroit précis:

²⁸⁾ Voyez la p. 520 du T. XV.

²⁹⁾ Cassini écrit à la p. 36 de son article de 1693 — fuivant Delambre „Histoire de l'astronomie moderne", T. II, p. 545, il avait d'ailleurs „lu cette histoire à l'Académie dès 1684" — „De l'origine et des progrès de l'astronomie et de son usage dans la géographie et dans la navigation (Mémoires de l'Acad. R. d. Sciences depuis 1666 jusqu'à 1699, T. VIII, Paris, C^{ie} des Libraires, 1730): „Pour établir solidement les principes de l'Astronomie, l'Académie jugea qu'avant toutes choses il falloit s'appliquer à distinguer les fausses apparences d'avec les véritables. *Les anciens avoient supposé que les rayons des astres viennent en ligne droite jusqu'à nostre oeil.* On s'ctoît bien apperceu depuis environ un siècle que cette supposition ne s'accorde pas avec les observations; & on avoit reconnu que les rayons se rompent en passant de l'aether dans l'air qui environne la terre, que cette réfraction fait paroître les astres plus élevez qu'ils ne sont en effet, & que près de l'horison elle élève le soleil & la lune plus que la grandeur de leurs diamètres: Mais les plus célèbres astronomes modernes s'estoient encore trompez, en ce qu'ayant remarqué que les réfractions deviennent plus petites à mesure que les hauteurs sont plus grandes, ils avoient prétendu que les réfractions des étoiles fixes deviennent imperceptibles à la hauteur de 30 degrez, & celles du soleil à la hauteur de 45". Ce passage fait voir que Cassini parle de Tycho Brahé et de ses successeurs en laissant dans l'ombre les savants antérieurs.

Il est vrai qu'il ne pouvait guère avoir lu l'Optique de Ptolémée dont le texte grec est perdu: au dix-septième siècle les manuscrits de la traduction latine n'étaient connus qu'à fort peu de personnes. Mais il aurait pu savoir qu'au premier siècle de notre ère Cléomède mentionne la réfraction atmosphérique (Κυκλική Σελήνη μετρώσων I, 1), et c'est surtout Alhazen écrivant au 11^{ème} siècle qu'il aurait dû mentionner.

³⁰⁾ Comparez le dernier alinéa de la note précédente. Ce ne fut qu'au dix-neuvième siècle que fut publiée „L'Optica di Claudio Tolomeo da Eugenio Ammiraglio di Sicilia, Scrittore del Secolo XII, ridotta in latino sovra la traduzione araba di un testo greco imperfetto" (éd. G. Govi, Turino, Stamperia Reale della Dita G. B. Paravia E. C. di I. Vigliardi, 1885). Nous citons dans le texte la p. 151 de cette édition.

„in loco contiguationis aëris ad ætherem fit flexio visibilis radii propter diversitatem istorum corporum duorum”. Nous avons parlé dans le T. XIX ³¹⁾ de l'idée de rayons courbés; mais même lorsqu'on admet leur existence (voyez dans la Pièce II de la p. 84 qui fuit ce que Picard, après Descartes et Hooke, dira des rayons courbés dans sa „Mesure de la Terre” de 1671) comment calculer, en partant de cette idée, de combien la réfraction fait varier la hauteur des étoiles? Il est fort compréhensible que ceux qui ont fait des calculs au dix-septième siècle s'en soient tenus aux rayons droits ³²⁾. Voyez la Pièce V de Huygens qui fuit.

Or, la méthode d'observation de Huygens dont il a été question écarte la difficulté de l'erreur due à la réfraction atmosphérique — bien entendu: *lorsque la hauteur du pôle est exactement connue* — puisque „le passage d'une étoile par un plan vertical est absolument indépendant de la réfraction” ³³⁾.

Il fallait donc *d'abord* tâcher malgré la réfraction de déterminer exactement la hauteur du pôle. Heureusement — voyez la suite du présent Avertissement — à la hauteur où le pôle se trouve à Paris, la correction pour réfraction est certainement petite. Ayant ensuite déterminé d'après la méthode de Huygens la véritable hauteur d'une étoile, les astronomes de l'observatoire auraient pu (comme il le dit) en observant cette hauteur directement, calculer, en prenant la différence des deux hauteurs, de combien la réfraction fait paraître un astre plus haut qu'il n'est.

³¹⁾ T. XIX, p. 392. Voyez aussi les p. 685—686 du même Tome.

³²⁾ Il est vrai que Morin (qui s'en tient à la théorie, d'ailleurs sans faire des calculs) écrivait déjà avant 1640 à la p. 337 du livre cité à la p. 17 (Pars Nona, Cap. II, intitulé „Refringuntur radij coelestes ab Atmosphæra de qua dubitationes enodantur”): „certum est refractionem magis esse ab occurrente densitate medij, quàm ab occurrente superficie . . . cum Atmosphæra regio in suprema sui parte rarior, & in infima propè Terram densior . . . idcirco crepuscula fient in Atmosphæra sublimiori parte, refractiones verò in depressiori”, mais il ne parle pas d'une densité augmentant *graduellement* et dans ses figures les rayons se brisent en atteignant *la surface sphérique* qui sépare la région basse de l'atmosphère de sa région élevée.

Aujourd'hui encore on ne peut calculer une valeur précise de la réfraction atmosphérique qu'en partant d'hypothèses sur la constitution (d'ailleurs variable) de l'atmosphère. Heureusement la *partie principale* de la correction à apporter de ce chef à la hauteur d'une étoile se tire des hauteurs observées elles-mêmes, savoir les hauteurs correspondant aux deux culminations; on le savait déjà au dix-septième siècle.

³³⁾ T. XV, p. 520.

Nous observons encore, au sujet du cercle méridien, que déjà dans un livre de 1634—1640 „*Astronomia jam a fundamentis integre et exacte restituta*”³⁴⁾ l’auteur, J. B. Morin, parlant „de accuratissima tabularum astronomicarum restitutione in universum”³⁵⁾ exhorte le „Principem” qui „velit deinceps ipsam tabularum constructionem aggredi” à ériger sur le „Mons Valerianus prope Parisios” une „quadratam formam lapidibus quadris” où il y ait une „linea meridiana accuratissimè sumpta” et au-dessus de cette ligne un „quadrans cupreus” avec une „alhidada” — en cet endroit il n’est pas encore question de *lunette* ³⁶⁾ —, disant: „nulla est altera via cum hac, facilitate, certitudine & præcisione comparanda quandoquidem Keplerus etiam conqueritur de observationibus astrorum per distantias sumptas cum sextantibus vel octantibus, quæ tamen præcipuis huius sæculi astronomis, frequentissimè in usu fuere, *ob nondum benè animaduersam Meridiani circuli excellentiam* [nous soulignons]”. Nous avons mentionné à la p. 255 du T. XIX le quart de cercle qu’on possédait à Paris déjà en 1666 auquel fut adapté plus tard une lunette ³⁷⁾.

Hauteur du pôle. Nous avons dit dans la note 4 de la p. 266 du T. XIX que Huygens prend en 1667 48°53’ pour la hauteur du pôle à Paris ³⁸⁾, tandis que Cassini en 1681 prend correctement 48°50’³⁹⁾. Toutefois Cassini n’est pas bien certain de cette

³⁴⁾ Avec le sous-titre „Complectens IX. Partes hætenus optatæ Scientiæ Longitudinum coelestium nec-non terrestrium . . . Opus astronomicis tabulis exactissimè condendis absolutè necessarium. Ad eminentissimum Cardinalem Richelium. ducem et Franciæ parem”. Authore Ioanne Baptista Morino . . . Parisiis, apud authorem, tum apud I. Libert, MDCXL.

³⁵⁾ Titre du Cap. VIII de la Pars Nona.

³⁶⁾ Cependant c’est Morin, paraît-il, qui a préconisé le premier en France — voyez aussi ce que Repsold dans son livre cité plus haut dit (I, p. 41) sur son contemporain Fr. Generini — l’emploi de la lunette adaptée aux instruments de mesure. M. Delambre, Histoire de l’astronomie moderne, T. II (Paris, V^{te} Courcier, 1821), p. 242, dans l’article „Morin”: „[Morin] proposa un quart de cercle avec deux lunettes etc.” Comparez la l. 15 de la p. 11 qui précède.

³⁷⁾ En janvier 1668 Huygens ne parle pas encore d’une lunette à tuyau *remplaçant* les pinnules: il écrit (T. VI, p. 171) qu’on se sert à Paris de „verres de lunette *appliquez* aux pinnules de quarts de cercle etc. . . c’est comme une lunette sans tuyau”.

³⁸⁾ A la Bibliothèque du Roi. Huygens écrit probablement 48° 53’ et non pas 48° 52’ 45” — voyez la Pièce Ia qui suit — pour s’en tenir à un nombre entier de minutes.

³⁹⁾ „Abregé des observations & des reflexions sur la comete qui a paru au mois de Decembre 1680 etc.”. p. 34: „La Ville de Paris qui est éloignée du Pole de 41 degrez 10 min. . .” Il semble

valeur. Son article de 1693 : „S'il est arrivé du changement dans la hauteur du Pole, ou dans le cours du Soleil?" ⁴⁰⁾ fait voir qu'il observa cette hauteur tant à Rome, qu'à Paris, à Uranibourg et ailleurs; p. 251 : „A Paris on a aussi remarqué [comme ailleurs] en peu de tems une variation sensible dans la hauteur du Pole . . etc." Il s'agit de variations de plus d'une demi-minute. Cassini a l'habitude d'ôter précisément „une minute à cause de la réfraction" ⁴¹⁾. Pierre Petit dans sa dissertation sur la hauteur du pôle à Paris, qui fut l'ouvrage en dialogues de 1660 de J. B. Duhamel „*Astronomia physica, seu de luce, naturâ et motibus corporum coelestium, libri duo*" prenait $48^{\circ}52'$ pour la latitude de Paris ⁴²⁾.

Au § 1 Auzout dit qu'il faut se servir d' „instruments bien justes". Nous avons cité à la p. 114 du T. XV son „*Traité du micromètre etc.*" de 1667, où il est question d'un micromètre à vis. Consultez les p. 50—53 et 191 du même Tome, ainsi que la note 3 de la p. 59 du T. VI (citation de l'„*Histoire de l'Académie Royale des Scien-*

pourtant que Cassini entend parler de la hauteur du pôle à l'*Observatoire*, auquel cas sa valeur s'accorde à peu près avec celle de Huygens. A la p. 251 de l'article cité dans le texte sur le changement de cette hauteur il dit qu'en 1669 il trouva avec Picard $48^{\circ}53'0''$, hauteur apparente à la Bibliothèque du Roi, c. à. d. $48^{\circ}51'10''$ à l'endroit de l'*Observatoire*, „correspondant à une hauteur vraie $48^{\circ}50'10''$ " (comparez la note suivante). Delambre „*Histoire de l'Astronomie moderne*" de 1821, T. II, p. 621 (article sur Picard) ajoute : „On trouve aujourd'hui 3' de plus".

⁴⁰⁾ Mémoires de l'Académie Royale des Sciences depuis 1666 jusqu'à 1699. T. X. p. 246—257.

⁴¹⁾ Dans son édition de 1684 du „*Traité du Nivellement*" de Picard, amplifié par lui-même (voyez la p. 75 qui suit) Ph. de la Hire écrira : „J'ay donné les vraies hauteurs de Pole à la place des apparentes, les ayant diminuées chacune d'une minute, qui est à peu près l'élevation que cause la réfraction à la hauteur de l'Etoile Polaire d'où on les avoit déduites, suivant ce que M. Cassini avoit observé le premier, & que nous avons confirmé dans la suite par un tres-grand nombre d'Observations".

⁴²⁾ Il s'agit du prêtre de l'Oratoire Duhamel qui fut le premier secrétaire de l'Académie des Sciences et l'auteur de la „*Historia Regiæ Scientiarum Academiæ*" de 1701. Voyez sur son „*Astronomia physica*" la p. 537 du T. II de l'„*Histoire de l'Astronomie moderne*" de 1821 de M. Delambre.

Puisque nous avons eu l'occasion de noter nous-mêmes ce qui se rapporte à Huygens dans les Registres de l'Académie, nous lisons avec intérêt dans une note de la p. LIII du T. I du même livre de Delambre qu'il a „eu l'occasion de compiler tous les anciens registres de l'Académie, en ce qui concerne Huygens, Picard, Cassini et Richer".

⁴³⁾ Consultez aussi la p. 199 qui suit.

ces”), sur les dispositifs micrométriques antérieurs de Huygens, dont d’ailleurs il parle aussi à la p. 92 qui suit en traitant de son niveau de 1679—1680⁴³). Il mérite d’être remarqué que Huygens n’a jamais reconnu que pour mesurer les diamètres apparents des planètes les „lamellæ” employés par lui seraient inférieures aux micromètres à fils (et à vis)⁴⁴). Voyez encore sur ces mesures de Huygens la p. 670 qui suit.

À la fin du § 4⁴⁵), où il est question de la mesure de l’ascension droite des étoiles, Huygens fait remarquer que ces observations servent en même temps à déterminer l’obliquité de l’écliptique. C’est là aussi une des constantes, ou plutôt une des grandeurs, fondamentales, dont il était question dans le programme général de Huygens à l’Académie. En 1688⁴⁶) Huygens écrira: „L’obliquité de l’Ecliptique determinée à l’Academie des Sciences à Paris, est de 23°29’”.

Au § 13 Auzout fait mention de „la machine pour se servir des Lunettes sans tuyau”, ce qui fait voir que de pareilles lunettes existaient en 1666. D’après Delambre c’est lui qui aurait eu le premier, dès 1663⁴⁷), l’idée de supprimer le tuyau des lunettes. Auzout parle e.a. de „la maniere de se passer de Tuyau” dans sa lettre à Oldenbourg du 22 août 1665⁴⁸); mais son „Traité de l’Utilité des grandes Lunettes, & de la maniere de s’en servir sans Tuyau” qu’il mentionne ailleurs, n’a jamais vu le jour.

Ce que Delambre n’a pas su c’est que Huygens écrivit en septembre 1662⁴⁹) à son frère Lodewijk se trouvant alors à Paris que, ne trouvant pas le moyen de construire, comme en Angleterre, des tuyaux droits et fermes, on pourrait „oster les 3 costez du tuyau, en laissant seulement celui d’en bas, etc.”, ce que Lodewijk communiqua en ce même mois à P. Petit⁵⁰); or, Petit faisait des observations astronomiques avec Bouillau,

⁴⁴) Voyez le „Cosmotheoros” (p. 697 du présent Toms).

⁴⁵) Voyez sur l’ordre de succession des §§ 4 et 5 ce que nous disons vers la fin du § 4.

⁴⁶) Manuscrit F, p. 327. Cette page est datée Nov. ’88.

⁴⁷) „Histoire de l’astronomie moderne”, T. II, p. 594.

⁴⁸) P. 100 du T. VII, Seconde Partie des Mémoires de l’Acad. R. d. Sciences depuis 1666 jusqu’à 1699, de 1729.

⁴⁹) T. IV, p. 227.

⁵⁰) T. IV, p. 234 — 235.

Auzout et Frenicle ⁵¹⁾ de sorte qu'il semble probable que ce soit lui qui ait communiqué cette idée de Huygens à Auzout ⁵²⁾. Se trouvant lui-même à Paris en novembre 1663 Huygens écrivit à Moray ⁵³⁾: „Ce que j'ay a vous dire touchant les lunettes d'approche que les curieux d'icy fabriquent, c'est que dernièrement nous fismes l'effay d'une de 35 pieds sans aucun tuyau, qui reussit admirablement bien. La façon de dresser le verre objectif est de Monsieur Auzout, et consiste en ce que . . . etc.” En janvier 1666 Constantyn Huygens père mentionne lui aussi les „grands Telescopes sans tuijau de Monsieur Auzout” ⁵⁴⁾.

Voyez encore sur Huygens et Auzout la note 5 de la p. 26 qui suit.

À la p. 14 qui précède nous avons cité Le Monnier, parlant généralement dans son ouvrage historique de 1741 des mérites de Huygens astronome dans les premières années de l'Académie. Sur l'Observatoire et les instruments qui s'y trouvaient on peut aussi consulter l'ouvrage déjà plusieurs fois cité de C. Wolf „Histoire de l'Observatoire de Paris de sa fondation à 1793” ⁵⁵⁾, où toutefois Huygens est à peine mentionné ⁵⁶⁾. C'est ainsi qu'à la p. 20 Wolf écrit à tort: „C'est à la même époque [1668] qu'il [*c. à. d. Picard*] a l'idée de faire servir l'heure du passage des astres au méridien à la détermination des ascensions droites” ⁵⁷⁾. Ce dont on ne peut guère faire un grief

⁵¹⁾ T. IV, p. 377, lettre du 15 juillet 1663.

⁵²⁾ Il est vrai que Petit écrit à Huygens le 22 septembre 1662: „Je lay pensé aussi bien que vous & mesmes l'ay executé . . . etc.”, ce dont Huygens se moque dans sa lettre du 28 septembre à Lodewijk (T. IV, p. 235 et 241).

⁵³⁾ T. IV, p. 433.

⁵⁴⁾ T. VI, p. 7.

⁵⁵⁾ Paris, Gauthier-Villars, 1902.

⁵⁶⁾ Il écrit toutefois à la p. 220 en parlant de l'Observatoire, que „Huyghens, Perrault, Niquet et Carcavi [*y*] viennent souvent observer avec Cassini”. Comparez la p. 35 du T. XVIII. Huygens avait — de même que Roemer — un appartement à l'Observatoire (T. VIII, p. 345). Il observait cependant beaucoup moins que Cassini; voyez e.a. au T. VII sa lettre du 28 juillet 1673 à son frère Lodewijk.

⁵⁷⁾ Voyez le § 5 de la Pièce I de Huygens qui suit dont nous avons longuement parlé dans le présent Avertissement.

⁵⁸⁾ P. 202: „Quel était donc le programme de Picard? Ce savant l'a exposé à deux reprises devant l'Académie; une première fois dès 1666, il propose de construire pour le Soleil et les Planètes des Tables plus exactes et plus complètes que les Tables Rudolphines. En Octobre 1669, il revient sur son programme avec plus de détails”. Etc.

à Wolf — voyez la note 59 — c'est d'avoir également *attribué à Picard* ⁵⁸⁾ le discours anonyme de 1666 des Registres (§ 11 de la Pièce I) dont nous avons fait voir dans le T. XIX ⁵⁹⁾ qu'il est en réalité, lui aussi, de Huygens.

Nous ne parlons pas ici — voyez la suite du Tome — des considérations astronomiques de Huygens de 1680 et des années suivantes lorsqu'il s'occupa de la construction de son planétaire.

⁵⁹⁾ Note 1 de la p. 258. Comme on peut le voir dans cette note, le discours anonyme (déjà mentionné à la p. 7 qui précède) *est précédé dans les Registres par une Pièce de Picard* (sur les diamètres des planètes, voyez le § 10 de la Pièce I qui suit). Nous observons en passant qu'il apparaît par le Traité du Micromètre d'Auzout qui lui et Picard observaient souvent ensemble.

HUYGENS À L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES. ASTRONOMIE.

- I. PROJET DE DÉTERMINER LA MÉRIDienne ET LA LATITUDE DE PARIS, MANIÈRE DE TROUVER LES ASCENSIONS DROITES ET LES DÉCLINAISONS DES ÉTOILES FIXES ET EN MÊME TEMPS L'OBLIQUITÉ DE L'ÉCLIPTIQUE ET LA QUANTITÉ DE LA RÉFRACTION ATMOSPHÉRIQUE POUR LES ÉTOILES, DÉTERMINATION DE CETTE MÊME QUANTITÉ POUR LE SOLEIL, OBSERVATION D'UNE ÉCLIPSE DU SOLEIL, DISCOURS SUR LA CONSTRUCTION DE TABLES EXACTES DU MOUVEMENT DES ASTRES, LE TOUT DE 1666 ET 1667.
 - I A. MESURE DE LA HAUTEUR DU PÔLE À LA BIBLIOTHÈQUE DU ROI LE 31 DÉCEMBRE 1666.
 - II. OBSERVATIONS DE SATURNE ET DE SES SATELLITES. CALCULS QUI S'Y RAPPORTENT.
 - III. OBSERVATIONS D'ÉTOILES FILANTES.
 - IV. OBSERVATIONS DES SATELLITES DE JUPITER.
 - V. CONSIDÉRATIONS GÉOMÉTRIQUES SUR LA RÉFRACTION ATMOSPHÉRIQUE.
 - VI. OBSERVATIONS DE MARS.
 - VII. REMARQUE SUR LE PASSAGE FUTUR DE NOVEMBRE 1677 DE MERCURE SUR LE SOLEIL.
 - VIII. OBSERVATIONS ET CONSIDÉRATIONS THÉORIQUES SUR LA COMÈTE DE 1680—1681.
-

I.

PROJET DE DÉTERMINER LA MÉRIDienne ET LA LATITUDE DE PARIS, MANIÈRE DE TROUVER LES ASCENSIONS DROITES ET LES DÉCLINAISONS DES ÉTOILES FIXES ET EN MÊME TEMPS L'OBLI- QUITÉ DE L'ÉCLIPTIQUE ET LA QUANTITÉ DE LA RÉFRACTION ATMOSPHÉRIQUE POUR LES ÉTOILES, DÉTERMINATION DE CETTE MÊME QUANTITÉ POUR LE SOLEIL, OBSERVATION D'UNE ÉCLIPSE DU SOLEIL, DISCOURS SUR LA CONSTRUCTION DE TABLES EXACTES DU MOUVEMENT DES ASTRES.

[1666 et 1667]

Cette Pièce est tirée des „Registres de Mathematiques” dits „de l'Année 1667 et d'une partie de l'année 1668 jusqu'au mois d'Auril”. C'est le T. II des Registres, ou plutôt le T. I devenu T. II d'après la correction de feu l'archiviste de l'Académie P. Dorveaux; voyez les p. 180 et 630 du T. XIX; cette correction nous semble arbitraire vu que le tome contient aussi, malgré son titre, des pièces de 1666 ¹⁾).

§ 1. P. 1 (feuille collée dans le Registre). Mr. Auzout. „Les deux premières observations astronomiques sont la ligne Meridienne, et la hauteur du Pole ²⁾), et quoyqu'il y ait diverses manieres de prendre l'une et l'autre, il faut mettre au premier rang celles qui ne supposent point d'observations precedentes, on l'on puisse avoir erré.

Si ces observations se pouvoient faire en toute sorte de temps on n'auroit rien à souhaitter, mais la hauteur du Pole suppose un certain temps de l'année qui dure environ un mois, depuis la fin de Decembre jusqu'à la fin de Janvier, quand l'Etoile Polaire en une même nuit peut estre obseruée dans sa plus grande, et dans sa plus petite hauteur.

¹⁾ A la p. 20 du tome — voyez le § 9 qui suit — se trouve la date du 2 juillet 1666: il y est question de l'observation — voyez le titre de la présente Pièce — de l'éclipse du soleil de ce jour dont nous avons déjà fait mention dans l'Avertissement. Toutefois nous avons dû dire dans l'Avertissement que la date précise de la présente Pièce est indéterminable, qu'elle peut fort bien être postérieure à la Pièce de Huygens qui constitue le § 11 qui suit. Voyez encore sur Huygens et Auzout la note 5 qui suit.

²⁾ On a vu dans le T. XIX (p. 255) que le programme de 1666 de Huygens débute, conformément à la note, ou le discours, d'Auzout, par l'alinéa: 1. Trouver la ligne meridienne et la hauteur du pole de Paris, qui sont les fondements de toutes autres observations astronomiques.

Pour la ligne meridienne, on la peut prendre en tout temps par le moyen des estoilles, pourveu que l'on ait des Instrumens bien iustes ³⁾, c'est pourquoy il semble plus a propos de commencer par cette obseruation, puisqu'elle suppose le moins, et qu'il est mesme a propos de l'auoir pour la hauteur du Pole.

La maniere de la tracer est par le moyen d'une Etoile telle qu'on voudra, pourvue qu'elle soit hors des refractions ⁴⁾, on prend de cette Etoile deux hauteurs égales deuant et apres qu'elle est arriuee au meridien du lieu, marquant en mesme temps les Azimuths de l'Etoile, car ayant diuisé ces deux Azimuths par la moitié, nous aurés la ligne meridienne.

Il faut pour cela aussi un azimuthal ioint au quart de Cercle pour prendre en mesme temps la hauteur et l'Azimuth, ou auoir un azimuthal a part avec des filets ⁵⁾ ou autrement, et qu'il y ait deux Obseruateurs qui prennent en mesme temps l'un la hauteur, et l'autre l'azimuth: ce qu'il y a de commode est que si on a pris une hauteur du costé d'Orient en un jour, on peut quelques iours apres prendre l'autre hauteur egale vers l'Occident.

Ce que l'on fait par le moyen des Etoilles en tout temps, se fait par le moyen du Soleil en un certain temps quelques iours deuant et apres le Solstice d'Esté, quand l'on scait que le soleil ne change point sensiblement de declinaison, et il y a cela de commode que l'on peut tracer son azimuth... par son ombre, si l'on n'a pas d'instrument, ou se servir de l'Equaire meridienne sans l'embaras de grands Instrumens, comme il est necessaire aux Etoilles".

§ 2. P. 3 et 4. M. Huygens. [Détermination de la méridienne]. Par le moyen d'un fil perpendiculaire sur un plan horizontal l'on pourra obseruer et tracer l'Azimuth le plus Oriental, et ensuite le plus Occidental de quelque Etoile fixe de celles qui passent entre le Pole et le Zenith, et diuisant apres cela par le milieu l'angle que font ces deux Azimuths sur ledit plan horizontal par une ligne droite, ce fera la meridienne.

Cette obseruation se peut faire commodement en une nuit dans l'espace de 6 ou 7 heures, et les Etoiles qui y sont les propres pour la latitude de Paris, qui est enuiron de 49 degrés ⁶⁾, sont au mois de Mars et d'Avril, les 7 grandes etoiles de l'Ourse, excepté celle qui est la dernière dans la queue, parce qu'elle passe au dela du Zenit.

³⁾ Voyez ce que nous disons à la p. 18 de l'Avertissement sur les dispositifs micrométriques.

⁴⁾ En 1666 on était encore convaincu, paraît-il, de l'insensibilité, ou de la nullité, des réfractions pour des hauteurs supérieures à 30° pour les étoiles, à 45° pour le soleil. C'est du moins ce que dit J. D. Cassini, le contemporain de Huygens, à la p. 37 de son article „De l'origine et des progrès de l'astronomie, et de son usage dans la géographie et dans la navigation". Comparez les notes 28 et 29 de la p. 15 de l'Avertissement qui précède.

⁵⁾ Comparez la Fig. 3 de Huygens de la p. 30 qui suit. Comme la méthode d'observer „avec des filets" fut déjà pratiquée par Huygens en ou vers 1658 (Fig. 3 de la p. 530 du T. XV), il paraît fort possible qu'Auzout marche ici sur ses traces. La Pièce d'Auzout pourrait donc (comparez la note 1 qui précède) être postérieure en date à la Pièce de Huygens qui constitue le § 4 qui suit.

⁶⁾ Latitude de Paris et hauteur du pôle à Paris sont une et même chose. Il faut noter que la question de savoir si la terre est parfaitement sphérique ne se posait pas encore pour Auzout en 1666. Voyez sur la hauteur du pôle à Paris d'après Huygens et d'après Cassini la note 4 de la p. 266 du T. XIX. Mais consultez aussi la p. 17 de l'Avertissement qui précède et la Pièce I qui suit.

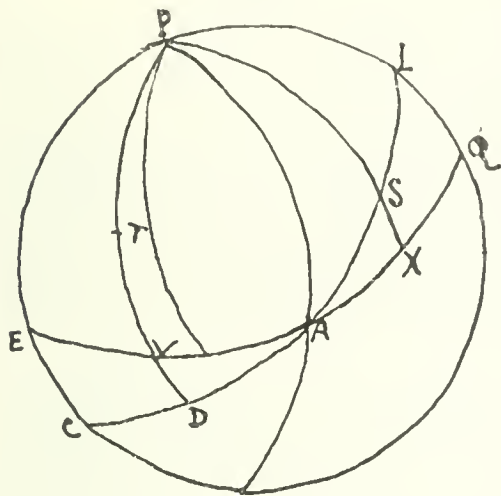
vers la fin d'Aoust une Etoile a l'Epaule droite de Cephée, et uers le commencement de Novembre trois ou quatre Etoilles de Cassiopée.

Le brouillon de 1666 de cette Pièce se trouve à la p. 99 du Manuferit C. Voyez la partie E bis de l'Appendice II qui suit (p. 45).

§ 3. P. 5 et 6. Description de l'Equerre Azimuthale. Son usage pour trouver la ligne méridienne. M. Buot. „C'est une regle de Cuivre", etc. Figure par Couplet 7).

§ 4. P. 7—10. M. Hugens. *Pour trouver l'ascension droite des etoiles fixes.* Il faut mesurer par le moyen d'une horloge a pendule le temps depuis qu'une Etoile fixe a passé par le Meridien iusqu'a ce que le soleil y passe le iour ensuiuant en comptant

[Fig. 1]



par heures d'Etoiles; outre cela il faut prendre la hauteur meridienne du soleil en mesme temps, et 6 semaines, ou 2 ou 3 mois apres faire toutes les mesmes observations, remarquant comme auparavant le temps du passage par le meridien depuis l'etoile susdite iusqu'au soleil, que si l'etoile ne se peut observer commodement, on prendra quelque autre dont la difference ascensionelle d'auec la premiere soit connue.

Ces observations faites l'on en deduira l'ascension droite requise comme s'ensuit.

Soit EPQ [Fig. 1] le meridien de la Sphere, l'Equateur EQ, le Pole P, l'Ecliptique LC, le commencement d'Aries A. Supposons qu'a la premiere observation le lieu du soleil dans l'Ecliptique ait esté

en S, et la seconde fois en L, et soit mené par le Pole et par S le grand cercle PSX coupant l'Equateur en X. Que l'etoile observée et dont on cherche l'ascension droite soit T par laquelle soit aussi mené du Pole le grand cercle PV coupant l'Equateur en V et soit PA le Colure des Equinoxes. Donc par le temps qui est entre le passage de l'Etoile T et celui du soleil S par le meridien, dans la premiere observation l'on scaura l'angle SPT et semblablement dans la derniere l'on scaura l'angle LPT, duquel ostant SPT restera connu l'angle SPL. Or par les observations des hauteurs Meridiennes du soleil, et par la connoissance de la hauteur du Pole, l'on a aussi les costés

7) Voyez sur Buot et Couplet la note 8 de la p. 89 du T. XIX.

PS, PL du triangle PSL; l'on connoïtera donc par le calcul son angle S qui est égal à l'angle S du triangle ASX duquel étant aussi connu le côté SX et l'angle X droit, l'on saura par le calcul le côté AX qui mesure l'angle APX lequel ôté de TPX qui étoit connu, restera APV qui ôté de 360 degrés le reste sera l'ascension droite de l'Etoile T, d'où l'on connoïtera aussi celle des autres fixes par les différences des ascensions droites trouvées auparavant.

C'est dans le „§ 5” qui *suit* qu'il est question de la détermination des différences des ascensions droites des étoiles. Nous aurions donc pu intervertir les §§ 4 et 5; mais nous avons préféré nous en tenir à l'ordre des Registres. Voyez toutefois sur ce sujet l'Appendice II qui suit.

L'on pouvoit aussi faire le Calcul du triangle PSA au lieu de celui de ASX pour trouver l'angle SPA, et l'un et l'autre donnera aussi le côté AS, qui est la longitude du soleil à la dernière observation; item l'on connoïtera l'angle SAX qui est l'obliquité de l'Écliptique.

§ 5. *Maniere de trouver les lieux des étoiles fixes, par le moyen d'une horloge à pendule & de filets, comme aussi leur refraction.* Premièrement pour trouver les Ascensions droites ou pour mieux dire leurs différences, l'on n'aura qu'à suspendre deux filets avec des poids en bas, à la distance de 7. ou 8. pieds (ou d'avantage selon la commodité du lieu) en sorte qu'ils se rencontrent précisément dans le plan du méridien. Ce qui étant fait, et l'horloge étant ajustée à la longueur des jours des étoiles qui sont plus courts que les jours moyens solaires de 3 min. 56 sec., l'on observera quand chaque étoile arrivera dans ledit plan du méridien déterminé par les 2. filets, et l'on fera regarder au même instant quelle heure, minute et seconde marque l'horloge.

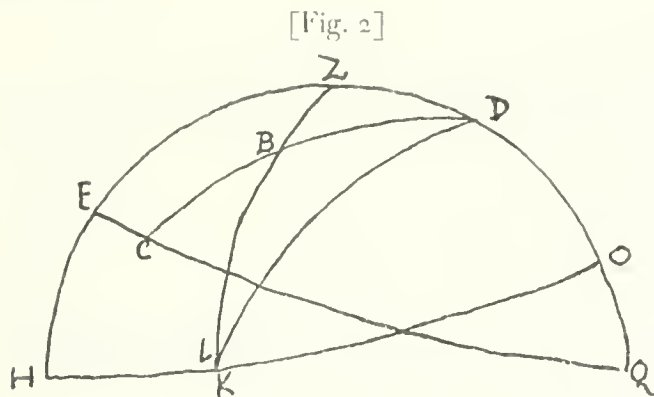
Connoissant par ce moyen le temps entre le passage de 2. Etoiles et comptant pour chaque heure 15. degrés, l'on aura la différence de leurs ascensions droites.

L'on se peut aussi servir de l'horloge à cet usage sans qu'elle soit ajustée à la longueur des jours des étoiles ny même aux solaires; car en attendant seulement jusqu'à la nuit prochaine ou 2. ou 3. autres après, et prenant garde à quelle heure de l'horloge une des étoiles observées retourne dans le plan du méridien, l'on connoïtera par là combien l'horloge va trop vite ou trop lentement; et suivant cela l'on réduira aisément les intervalles du temps qu'on avoit marqué selon l'horloge aux intervalles véritables pour en conclure la différence des ascensions droites comme dessus.

Pour trouver ensuite la déclinaison des mêmes étoiles l'on suspendra un troisième filet, en sorte que le Plan qui passe par cetuyey, et par celui des autres filets qui est du côté de l'Oeil fasse un angle connu avec le plan du méridien [Fig. 3]; l'on fera par exemple cet angle de 60. degrés ou plus ou moins comme on le jugera meilleur pour la certitude de l'opération, et il n'importe pas que ledit Angle soit pris du côté d'Orient ou d'Occident à l'égard du plan du Méridien.

L'on observera après cela le passage de chaque étoile par le dernier plan incliné à celui du midy faisant regarder au même instant quelle heure marque l'horloge, et les

mesmes estoiles estant aussi obseruées quand elles ont passé par le plan du midy, ou quand elles y passeront, l'on sçaura le temps que chacune employe au passage entre lesdits deux plans. Par lequel et par la hauteur du Pole donnée l'on trouuera leur déclinaison ainsi que s'enfuit.



Soit HZO [Fig. 2] le meridian du lieu de l'Observation, HO, l'horizon, P le Pole, EQ l'Equateur, Z le zenit, ZK le Cercle Vertical qui decline du meridian d'autant qu'est l'angle susdit determiné par les trois filets par ex. de 60 degrés et posons que l'Etoile B ait esté obseruée premierement dans l'Azimut ZK à 9 heures du soir, et qu'à 11. heures elle se soit trouuée dans le meridian HZO, ou il faut noter que je suppose l'horloge ajustée aux iours des Etoiles.

Soit mené par le Pole et par l'Etoile B un grand cercle coupant l'Equateur en C.

Dans le triangle spherique BZP l'on connoît l'angle BPZ qui est de 30. degrés a cause que l'Etoile a passé en 2. heures du Cercle PC a celui du Meridian HZO. De plus l'angle BZP est donné estant le complement a 2. droits de l'angle HZK qui a esté supposé de 60. degrés. Et enfin le costé ZP est aussi donné estant le complement de la hauteur du Pole. L'on trouuera donc aussi le costé PB et partant son complement au 90. degré BC, ou bien l'excès dont il les surpasse, dont l'une ou l'autre seront la déclinaison boreale ou australe de l'Etoile B.

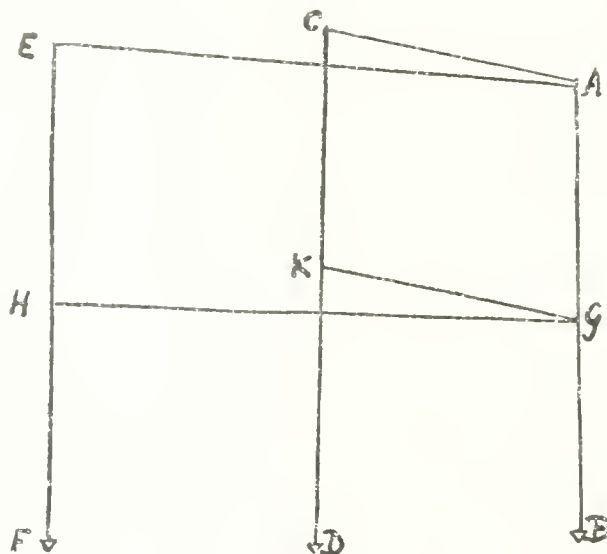
Que si outre les filets perpendiculaires qui sont icy representés par AB, CD, EF [Fig. 3], l'on en adiouste d'autres horizontaux ou a peu pres qui joignent les filets AB aux autres CD, EF comme font icy les filets GK, GH, AC, AE, dont les deux premiers doiuent estre un peu plus distans de terre que de la hauteur d'un homme, il n'y a point d'etoile visible sur nostre horizon dont on ne trouue la situation par cette voye pourveu que l'on etablisfe l'angle HZK [Fig. 2] qui est celuy que comprennent les plans des filets perpendiculaires en sorte que l'angle B du triangle BZP soit de grandeur mediocre.

Au reste il est a noter qu'en cette methode il n'est causé aucun inconuenient par la refraction de l'Atmosphere, parce qu'une etoile estant veüe dans le plan du meridian

ou de quelque Azimuth l'on sçait alléurement qu'elle y est véritablement, et que la refraction peut seulement la faire paroître plus haute.

Par conséquent cette même manière peut aussi servir à trouver la refraction des

[Fig. 3]



étoiles, si lorsqu'elles arrivent au plan de l'Azimuth susdit ZK, l'on prend leur hauteur apparente. Car par le calcul du triangle BZP étant connu le côté ZB, dont le complément est la véritable hauteur de l'Etoile B, l'on aura en l'ostant de la hauteur observée la quantité de la refraction de ladite Etoile dans cette Elevation sur l'horizon.

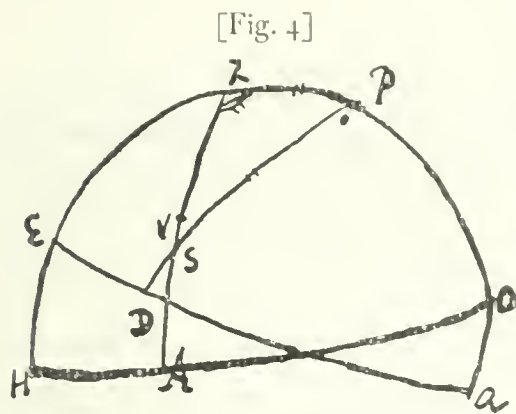
§ 6. P. 10—12. M. Auzout proposa une reflexion qu'il avoit faite à laquelle il ne voioit pas qu'aucun astronome eust songé qui estoit que quand on prend le diamètre de la Lune, il faut nécessairement avoir égard à sa hauteur qu'elle a sur l'horizon . . . „quand elle est à l'horizon elle est presque plus éloignée de l'Oeil de l'Observateur du diamètre de la terre que si elle passoit au zenith”

Comparez les calculs de Huygens de la fin de 1666 sur la distance de la lune qui constituent la partie A de l'Appendice III qui suit.

§ 7. P. 13 et suiv. M. de Roberval. Méthode pour trouver la Parallaxe de la Lune⁸⁾; et autres sujets.

⁸⁾ Nous observons que d'après Delambre („Histoire de l'Astronomie moderne” T. II, p. 259—260) Roberval et Fl. de Beaune avaient été, longtemps avant la création de l'Académie, amis de Morin qui leur avait communiqué sa méthode de mesurer les parallaxes, après quoi ils cherchèrent l'un et l'autre de leur côté la solution du problème.

§ 8. P. 18—19. M. HUGENS. *Pour trouver la réfraction de l'Atmosphère à l'égard du soleil.* Il faut supposer que le soleil n'a point de parallaxe sensible comme l'on a allés reconnu par l'Experience.



§ 10. P. 28—30. M. Picard. Observations des Diametres des Planetes en 1666. „Le 26^e Novembre au soir Saturne parut selon son grand Diametre de 40'' et selon l'autre de 16''... Picard donne aussi les diamètres de Jupiter, de Mars, de Vénus et de la Lune. La dernière observation est du 10 décembre 1666.

En 1659 Huygens avait trouvé 68'' pour le diamètre apparent de Saturne (en son périégée). La valeur de Picard (40'') est meilleure⁹⁾.

§ 11. P. 30—33. [Huygens]. Comme la construction de tables exactes du mouvement des astres est une des principales choses que l'on se propose dans l'astronomie... etc. Voyez la Pièce II qui occupe les p. 258—263 du T. XIX. Huygens vante e.a. (p. 263) la précision que nous donnent les horloges à pendule et dit en terminant que la création d'un observatoire muni de grands et bons instruments¹⁰⁾ donnera „tout sujet de se promettre un heureux succès de ce que l'on entreprendra.”

§ 12. P. 33. Auzout traite des méthodes pour mesurer la grandeur de la terre.

§ 13. P. 37. M. Auzout. „Memoire des Instrumens & autres choses necessaires dont il faudra fournir ceux qui iront à Madagascar”¹¹⁾.

„Deux grands quarts de Cercle”... „Deux bons pendules à secondes, ou l'un à secondes, et l'autre à demisecondes. Une machine de M. Hugens pour les demisecondes, si elle reussit mieux que les pendules ordinaires. Et si l'on veut faire l'Epreuve des longitudes par le moyen des pendules de mer de M. Hugens il faudra deux de ces pendules dans le Vaisseau. Plusieurs boules de Crivre rondes pour faire en toute occasion des pendules à secondes, demisecondes &c.”

Auzout mentionne ensuite non seulement les lunettes, mais aussi les instruments et ingrédients nécessaires pour fabriquer et polir des lentilles, e.a. „une suffisante quantité de morceaux de bon verre bien choisy”; ainsi que „la machine pour se servir des Lunetes sans tuiau”. Voyez sur ce dernier sujet la p. 19 de l'Avertissement qui précède.

Il parle aussi des „thermometres”¹²⁾ et des „barometres”¹³⁾. Puis e.a. de „plusieurs tuyaux de verre ou farbacanes tant pour les instrumens nommés que pour faire les niveaux de M. Tevenot”¹⁴⁾; de „deux machines pour fonder la profondeur de la mer et pour puiser l'eau du fond de la mer”¹⁵⁾; des „tables Rudolffines, de Bouillaud et de Riccioli”¹⁶⁾, d'„un livre de navigation, comme l'hydrographie du P. Fournier”¹⁷⁾, d'un „horloger capable de faire (?) et de racommoder les Instrumens”.

⁹⁾ Voyez la note 3 de la p. 343 du T. XV.

¹⁰⁾ La construction de l'Observatoire se termina en 1672.

¹¹⁾ Cette expédition a été mentionnée e. a. aux p. 9 et 10 du T. XVIII.

¹²⁾ Voyez les p. 257 et 345 du T. XIX.

¹³⁾ P. 257 du T. XIX.

¹⁴⁾ Consultez sur Melchisédec Thévenot la note 5 de la p. 370 du T. I. Il devint membre de l'Académie Royale des Sciences en 1685. Sa collection „Veteres Mathematici” parut à Paris en 1693, un an après sa mort. Voyez sur son niveau, datant de 1661, les p. 105—108 qui suivent où Huygens en parle avec éloges. Il ne s'agit pas d'un niveau servant au nivellement comme celui de Huygens (p. 81—104 qui suivent), mais d'un instrument „à mettre une surface plane parallele à l'horizon”.

¹⁵⁾ Voyez sur ce sujet la note 8 de la p. 143 du T. XIX.

¹⁶⁾ Comparez la note 10 de la p. 261 du T. XIX.

¹⁷⁾ Voyez sur cet ouvrage les p. 200—201 du T. XVII.

Comme l'Appendice II qui suit le fait voir, les brouillons des Pièces précédentes de Huygens (§§ 2, 4, 5, 8) font de 1666 (note 1 de la p. 43). Or, le § 13 qui précède date du 11 janvier 1667 d'après la p. 155 du T. II des Registres. On dirait donc, d'après l'une et l'autre donnée, que les Pièces antérieures au § 13 constituent des discussions ou communications à l'Académie datant de 1666. On trouve toutefois dans le dit T. II encore les remarques qui suivent :

P. 157. Le 23 février [1667]... M^r Huygens et Roberval ont proposé leur Methode qui est de prendre devant et apres l'Equinoxe la hauteur meridiene du soleil et sa declinaison, par ce moyen et par les parties proportionnelles on aura le temps de l'Equinoxe, puis on prendra la nuit la hauteur meridiene d'une étoille: et ainfi on aura la distance de l'étoile du point de l'Equinoxe.

P. 158. Monsieur Huygens donnera la maniere de trouver le lieu des étoiles fixes sans avoir égard à l'Equinoxe.

Monsieur Huygens a proposé une autre methode par le moyen de la pendule en prenant le temps qui est entre le Meridien du Soleil, et celui de l'Etoile, ou la différence du temps qui est depuis que le Soleil a passé par le meridian jusques à ce que l'Etoile y passe.

P. 159. Mons^r. Huygens a donné une Methode pour trouver les Ascensions droites des étoiles fixes.

Aux p. 159—160 on trouve les dates du 23 mars et du 30 mars.

P. 161. Monsieur Huygens a été d'avis que pour bien regler le mouvement de la Lune, il faut savoir exactement l'Equation du temps, d'autant que Ptolomée, Kepler et les autres Astronomes y ont fait beaucoup de fautes¹⁸⁾.

IA.

MESURE DE LA HAUTEUR DU PÔLE À LA BIBLIOTHÈQUE DU ROI¹⁹⁾.

Altitudo Poli Parisijs observata in vico cui nomen Rue Vivienne, 31 Dec. 1666. per maximam et minimam altitudinem stellæ Polaris, sextante²⁰⁾ cujus radius pedum 6. Compertaque est altitudo poli 48°.52'.45".

51°.21'.0". altitudo maxima. 46°.24'.30" minima. [Demie somme] 48°.52'.45". [Demie différence] 2°.28'.15". distantia Polaris a polo.

Registres, T. II, p. 152. Ce deuxiesme Janvier 1667 on a resolu de faire faire une machine pour prendre la hauteur du Pole.

¹⁸⁾ Voyez les l. 2—3 de la p. 123 du T. XVII (Ptolemæi error et Copernici¹⁹⁾, remarque de Huygens de 1660); notre note en cet endroit (dans cette note 10 le lecteur est renvoyé e.a. aux p. 523 et 547 du T. III; il y a ici une faute d'impression; au lieu de T. III il faut lire T. XV) renvoie à d'autres passages des Tomes précédents. Voyez sur Kepler la p. 17 du T. III; il semble d'ailleurs possible qu'au lieu de Kepler il faille lire Copernic: comparez la p. 318 qui suit.

¹⁹⁾ Manuscrit C, p. 128.

²⁰⁾ Voyez ce que disait Morin sur l'usage du sextant (l. 10 de la p. 17).

II

OBSERVATIONS DE SATURNE ET DE SES SATELLITES. CALCULS QUI S'Y RAPPORTENT.

[1667 — 1675 et 1680]

Voyez sur les observations faites à Paris les p. 93—95, 98—100, 498—499, 483—484, 100—109, 500—501, 109—115, 117—120 et 122 du T. XV (l'observation de mars 1678 de la p. 121 a été faite à la Haye). Les p. 383—388 du T. XV contiennent des calculs datant de 1667, et les p. 485—497 des calculs de 1668. Les calculs de la p. 116 sont de 1672 ou 1673. Les p. 509—512 se rapportent à la détermination approximative, en 1673, de l'orbite d'un satellite à l'aide de deux observations.

III.

OBSERVATIONS D'ÉTOILES FILANTES.

[1668]

Voyez les p. 95—97 du T. XV.



IV.

OBSERVATIONS DES SATELLITES DE JUPITER.

[1668]

Voyez les p. 99—100 du T. XV. Consultez aussi la p. 116, où Huygens note en 1672 que Wendelinus a vérifié pour les satellites la troisième loi de Kepler.



V.

CONSIDÉRATIONS GÉOMÉTRIQUES SUR LA RÉFRACTION ATMOSPHÉRIQUE.

[1672]

Nous avons dit un mot à la p. 16 de l'Avertissement sur ces considérations que nous avons publiées dans le T. XIX (p. 538--539) comme Appendice I au Traité de la Lumière¹). Voyez aussi sur la réfraction la Partie B de l'Appendice II qui suit (p. 43).

¹) On peut consulter aussi une remarque de Huygens de 1684 ou de plus tard dans la note 8 de la p. 752 du T. XIII.

VI.

OBSERVATIONS DE MARS.

[1672]

Voyez les p. 112—114 du T. XV.

VII.

REMARQUE SUR LE PASSAGE FUTUR DE NOVEMBRE 1677 DE MERCURE SUR LE SOLEIL.

[1675]

Voyez la p. 120 du T. XV.

En 1681 et 1682, alors qu'il s'occupait de la construction de son planétaire, Huygens est revenu sur ce passage de Mercure. Voyez les p. 323 et 326—327 qui suivent.

VIII.

OBSERVATIONS ET CONSIDÉRATIONS THÉORIQUES SUR LA COMÈTE DE 1680 — 1681.

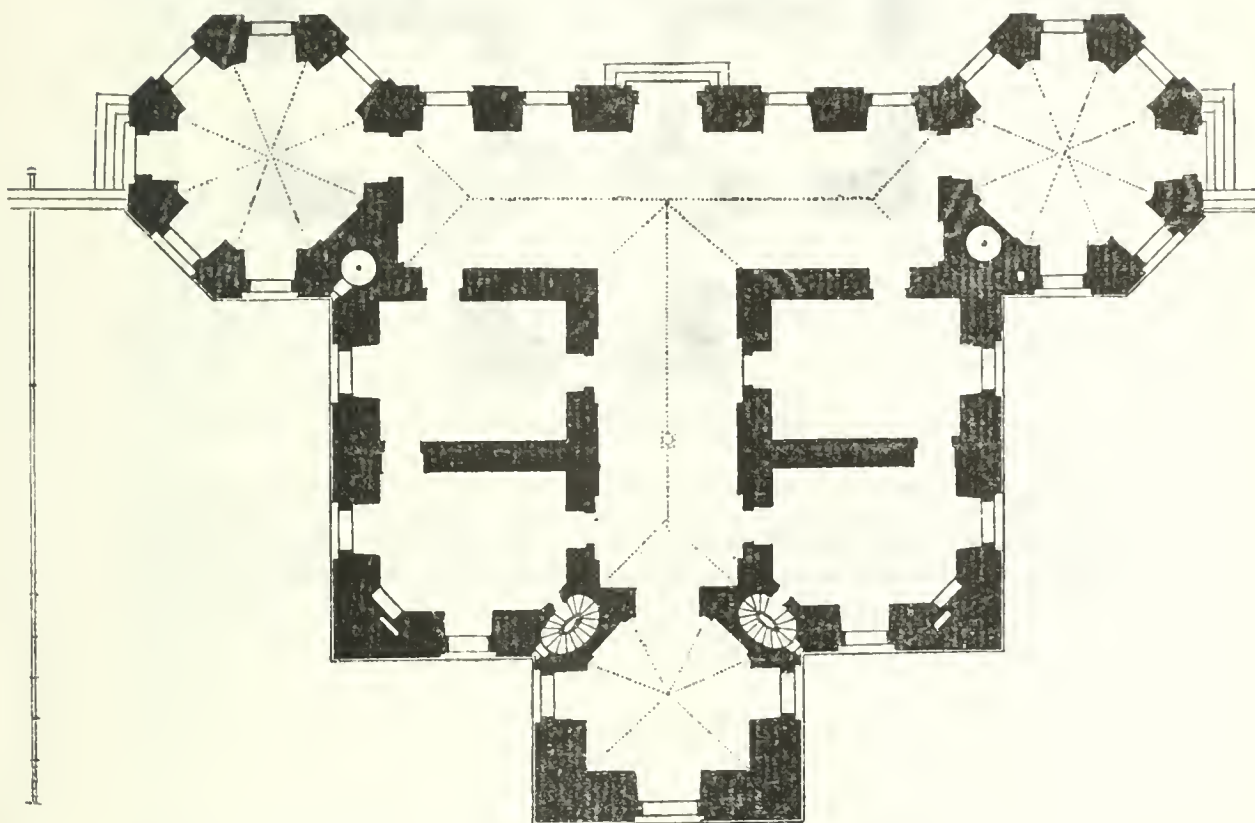
Voyez les p. 122—129 du T. XV. Les p. 283—310 du T. XIX ne contiennent pas seulement des observations mais aussi le Raisonnement fondé sur les Observations de la Comète pour trouver sa route réelle, et autres particularitez qui la concernent et d'autres pièces se rapportant en partie aux comètes en général.

APPENDICE I

À HUYGENS À L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES. ASTRONOMIE.

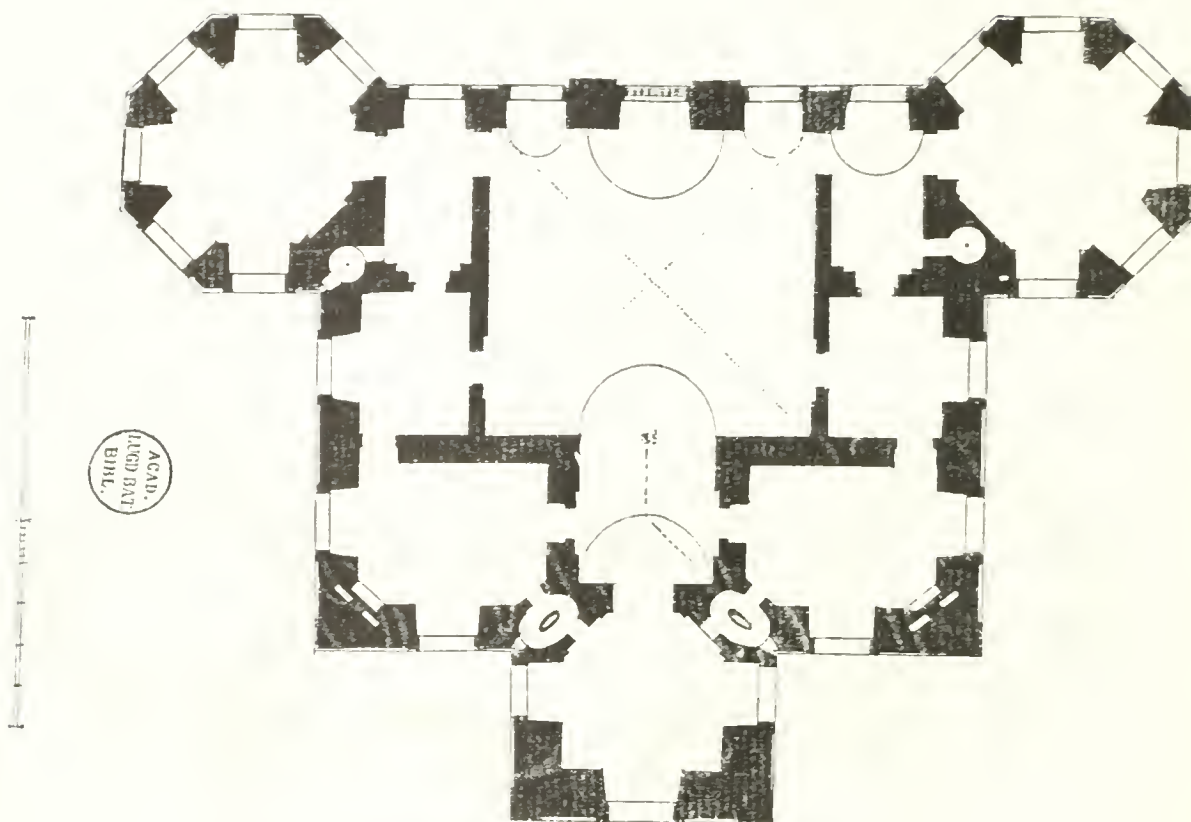
Nous empruntons aux *Chartæ astronomicæ* le plan des deux étages de l'Observatoire (terminé en 1672, comparez la note 10 de la p. 32). Le rez-de-chaussée n'est pas représenté ici.

[Fig. 5]



Plan du 1^{er} étage de l'Observatoire.

[Fig. 6]

Plan du 2^e étage de l'Observatoire.

Les Fig. 5 et 6 s'accordent en substance avec celles qu'on trouve dans l'„Histoire de l'Observatoire de Paris de sa fondation à 1793” par C. Wolf, la Fig. 6 aussi avec celle, plus ancienne, de l'„Histoire céleste” de Le Monnier qu'il appelle „Plan du premier Etage au dessous de la plate forme”. En comparant les diverses figures on voit cependant des différences dans les détails.

APPENDICE II

À HUYGENS À L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES.

ASTRONOMIE.

[1666]¹⁾

Nous avons fait mention de cet Appendice aux p. 27 (fin du § 2) et 28 (§ 4) qui précèdent.

Immédiatement après avoir dressé pour l'Académie le programme qu'on trouve aux p. 255—257 du T. XIX ²⁾, Huygens remplissait quelques pages du même Manuscrit ³⁾ de remarques sur les observations astronomiques. Ce sont les Pièces A—G qui suivent. On y trouve e.a. les brouillons des Pièces destinées à l'Académie qui constituent les §§ 2—5 et 8 de la Pièce I qui précède.

A.

P. 94. Si on mene un plan par le soleil la lune et l'oeil, les cornes visibles de la lune sont dans la ligne perpendiculaire au dit plan.

Suit un passage biffé qui fait voir que Huygens venait d'avoir une conversation, sans doute avec un de ses collègues (Auzout?), sur des sujets astronomiques: Il me semble qu'il a dit que lors que le plan mené par l'estoile et les cornes de la lune, vues de l'estoile, passe par Paris, que c'est au même instant que l'observateur de Paris voit les cornes de la lune avec l'estoile en ligne droite. Ce qui n'est pas vray.

Voyez encore quelques remarques sur la lune dans l'Appendice IV qui suit.

B.

P. 95. Radij per lineas rectas. In diversorum diaphanorum communi superficie frangitur radius (aliqui reflectuntur) solidi et liquidi. liquidum aer et aqua. magis et minus, non a densitate seu pondere pendet, cum oleum majorem faciat refractionem quam aqua, etsi sit levius. Primi per angulos, deinde per sinus. Snellij figura consentit cum

¹⁾ La p. 102 du Manuscrit C porte la date 1666 Sept. et la p. 107 est datée 2 Nov. 1666.

²⁾ Manuscrit C, p. 92—93.

³⁾ P. 94—95, 98—101 et 107—109.

lege sinuum. refractiones in perpendiculari etiam statuit. male. quid eum sefellerit. Modus explorandi refractiones in solidis diaphanis. Alij modi ex supposito principio.

Voyez sur les rayons droits et la réfraction atmosphérique la Pièce V qui précède (p. 37). On peut consulter aussi les p. 2—9 et 155—156 du T. XIII et 457 du T. XVII.

C.

P. 95. Non mirum est inventum telescopij tot seculis latuisse, et casu demum ac non ratione repertum fuisse, cum quod principia refractionum vera eruere non parvam difficultatem haberet, tum quod jam datis difficillimum esset inde deducere quinam vitreorum sphaericas superficies habentium ac diversimodo compositorum futuri essent effectus. Si enim cognita jam telescopij constructione nihilominus obscura adeo fuit ejus demonstratio, ut a plurimis tentata neeum perfecta fuerit, hoc enim vere dicere possumus, combien doit on penser qu'il aie esté au dessus de l'intelligence des hommes de concevoir et la forme et l'assemblage requis de verres qui devoient augmenter et comme approcher les objets éloignez, ou faire discerner d'autres invisibles a raison de leur petitesse, comme nous voions que sont les telescopes et microscopes.

Sur l'invention des télescopes etc. on peut consulter le T. XIII. Voyez aussi la l. 6 de la p. 664 du T. XVIII.

D.

P. 98. POUR PRENDRE LA HAUTEUR DU POLE.

Observer la plus grande hauteur du soleil ou de quelque étoile dont la déclinaison est connue. Si elle est boreale, ôtez la déclinaison de la plus grande hauteur observée. le complément du reste à 90 degr. fera la hauteur du pôle.

Si la déclinaison est australe ajoutez la à la hauteur plus grande, et le complément de la somme à 90 degr. fera la hauteur du pôle.

E.

P. 98. TROUVER LA LIGNE MERIDIENE INDEPENDEMMENT.

Ayez un fil perpendiculaire sur un plan nivelé, et du même point où il est attaché ayez un autre fil mobile que vous tendrez à quelque angle que ce soit jusques au plan nivelé et observez par ces deux fils l'azimuth le plus oriental et après aussi le plus occidental de quelque étoile qui passe du côté boreal du zénith comme il y a pour icy la plupart de celles de la grande ourse, de Cassiopée, Cepheus, la petite ourse; et ces deux observations se peuvent faire en une même nuit en 6 ou 7 heures d'intervalle. Après il n'y a qu'à diviser par le milieu l'angle que font ces deux azimuts au point de la perpendiculaire, et l'on aura la ligne meridiene.

D bis.

P. 98. AYANT LA MERIDIENE TROUVER LA HAUTEUR DU POLE. OBSERVER LA HAUTEUR DU POLE.

Observez la plus grande et la plus petite hauteur d'une étoile fixe de celles qui sont vers le pôle comme il y en a en l'ourse et en Cassiopée qui ne descendent pas plus bas que 30 degr. et partant sont libres de réfraction sensible. La moitié de la différence de ces hauteurs jointe à la moindre donnera la hauteur du pôle. Ces 2 observations se peuvent souvent faire en 6 semaines d'intervalle.

Consultez la note 29 de la p. 15 de l'Avertissement qui précède sur la thèse — provisoirement admise par Huygens — qu'on peut négliger l'erreur due à la réfraction atmosphérique pour les astres dont la hauteur est supérieure à 30°.

E bis.

P. 99. MANIERE INDEPENDANTE POUR TROUVER LA LIGNE MERIDIENE.

Par le moyen d'un fil perpendiculaire sur un plan horizontal l'on observera et tracera l'azimut le plus oriental etc.

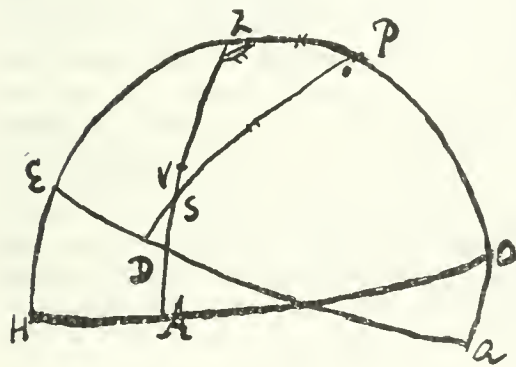
C'est le brouillon du § 2 de la Pièce I qui précède (p. 26). Nous ne reproduisons pas le brouillon en entier puisque le dit § 2 s'accorde presque mot à mot avec lui.

Il nous semble que la partie **E bis** est antérieure à la partie **E** puisque **E bis** est pleine de ratures ce qui n'est pas le cas pour **E**.

F⁴⁾.

P. 100. TROUVER LA REFRACTION DU SOLEIL.

[Fig. 4]



Nous répétons ici la Fig. 4 du § 8 de la Pièce I, avec laquelle celle du présent brouillon s'accorde.

Soit HZ le méridien, Z le zénith. P le Pôle. S le soleil sans réfraction, V avec réfraction. On prendra l'azimut du soleil AH (car avec ou sans réfraction ce sera toujours le même) et sa hauteur AV en même temps. Et premièrement sachant l'heure qu'il est par le moyen d'une pendule, l'on connaîtra par là la déclinaison du soleil, et son complément qui est l'arc PS.

⁴⁾ Huygens biffa cette partie.

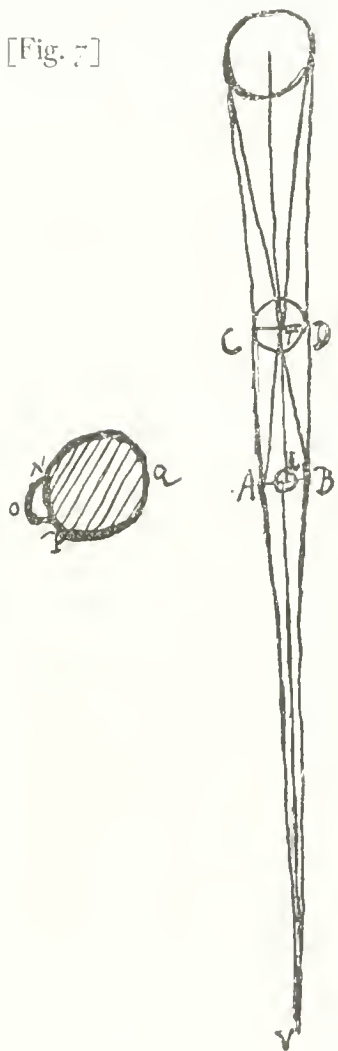
outre lequel on connoit aussi dans le triangle SZP le costé PZ qui est le complement de la hauteur du pole, et l'angle Z par l'observation de l'azimut, donc on calculera par la le costé PZ, dont le complement est SA, et ayant soustrait SA de VA, la difference SV fera pour la refraction du soleil a cette hauteur-la.

G.

P. 100. DISTANTIAM LUNÆ A TERRA INVENIRE, UNDE ET PARALLAXIS QUANTITAS COGNOSCITUR.

À l'Académie, en 1666 ou 1667, on traita de la parallaxe de la lune: voyez le § 7 à la p. 30 qui précède. Les Registres ne disent pas que Huygens ait pris part à la discussion, ce qui toutefois peut fort bien avoir été le cas. Voyez aussi à la p. 566 du T. XV son calcul de 1665 sur le même sujet.

[Fig. 7]



In eclipsi lunæ observetur ejus circuli portio sit umbra terræ NP [Fig. 7] cum circiter dimidiam lunam obtegat. hoc autem vel per maculas lunæ dignoscetur, vel variæ magnitudinis circulos intra telescopium in foco lentis ocularis visui obtinendo atque ad visam speciem umbræ NP applicando [comparez les premières lignes de la p. 19 qui précède]. Poterit autem et exactius forsitan ex cognita positione eclipticæ viæque lunaris et ex mora eclipsis circulus umbræ cognosci cum motus lunæ a sole satis prope cognitus sit, vel etiam absque illo si distantia solis a nodo satis exacte cognita ponatur. Capta deinde post vel ante eclipsin, lunæ diameter, facile magnitudo diametri umbræ cum illa conferetur, adeoque sciatur quo angulo ex terra nobis spectetur, quo dato dico et distantiam lunæ a terra dari. Sit enim T terra, L luna, conus umbræ CVD, diameter umbræ in lunæ transitu AB. Est ergo angulus V ad verticem conus æqualis ei sub quo sol nobis spectatur quia immensa est solis distantia ad distantiam lunæ comparata vel etiam ad totius conus CVD longitudinem (vel si parallaxis solis aliqua detur ⁵⁾ ejus duplum, hoc est dupla parallaxis hori-

⁵⁾ En 1688 Huygens évalua avec Cassini, d'après les observations de celui-ci, la parallaxe du soleil („la parallaxe” est dit couramment, comme on sait, pour désigner „la parallaxe horizontale”) à 10" 18''' (voyez la p. 410 qui suit); plus tôt, en 1659, sans observation directe à environ 8" ce qui est fort proche de la vraie valeur; voyez les p. 192, 347 (note 7) et 378 du T. XV. ou bien la p. 308 qui suit. Consultez aussi sur la vraie valeur la note 7 de la p. 397 du T. XIX.

zontalis ⁵⁾ ablata ab angulo sub quo sol nobis spectatur dabit angulum conï V). Itaque datus est angulus V, 31' ex. gr. Sed et angulus ATB sub quo diameter umbræ spectatur datus est. puta 1.25'. Ergo et ratio VL ad LT data erit, eadem proxime ob exilitatem angulorum quæ anguli ATB ad AVB, hoc est quæ 85 ad 31. Sed tota TV data est in diametris terræ ob angulum V datum 31' estque circiter VT \propto 114 CD. Ergo si fiat ut 85 + 31 ad 31, hoc est ut 116 ad 31, ita 114 ad aliud nempe 30½, erit hic numerus diametrorum terrestrium qui continentur recta LT quæ est distantia lunæ a terra.

F bis.

P. 101. POUR TROUVER COMBIEN LA REFRACTION DE L'ATMOSPHERE ELEVE LE SOLEIL.

Vide figuram paginae præcedentis [Fig. 4].

Pofons en premier lieu que le soleil n'a point de parallaxe sensible, comme l'on l'a assez reconnu par l'expérience. . . . Etc. C'est le brouillon de la première partie du § 8 de la p. 31 qui précède.

F ter.

P. 101.

Pour trouver la même chose sans l'aide d'une horloge à pendule . . . Etc. C'est le brouillon de la deuxième partie du § 8. Huygens ajoute: Mais la première manière est meilleure et plus facile.

H.

P. 107. MANIERE POUR TROUVER LES LIEUX DES ESTOILES FIXES PAR LE MOYEN D'UNE HORLOGE A PENDULE ET DES FILETS, COMME AUSSI LEUR REFRACTION.

2 Nov. 1666.

Premièrement pour trouver les différences des Ascensions droites l'on n'aura qu'à suspendre deux filets avec des poids en bas. . . . Etc. C'est le brouillon du § 5 de la p. 28 qui précède. Nous avons observé à la p. 28 que le § 5 semble être antérieur en date au § 4, et en effet dans le Manuscrit C le brouillon du § 5 précède celui du § 4.

Ce „§ 5”, nous l'avons dit dans l'Avertissement, correspond au „§ 5” latin de la p. 529 du T. XV. Le brouillon H correspond presque mot à mot avec la Pièce lue à l'Académie.

APPENDICE III

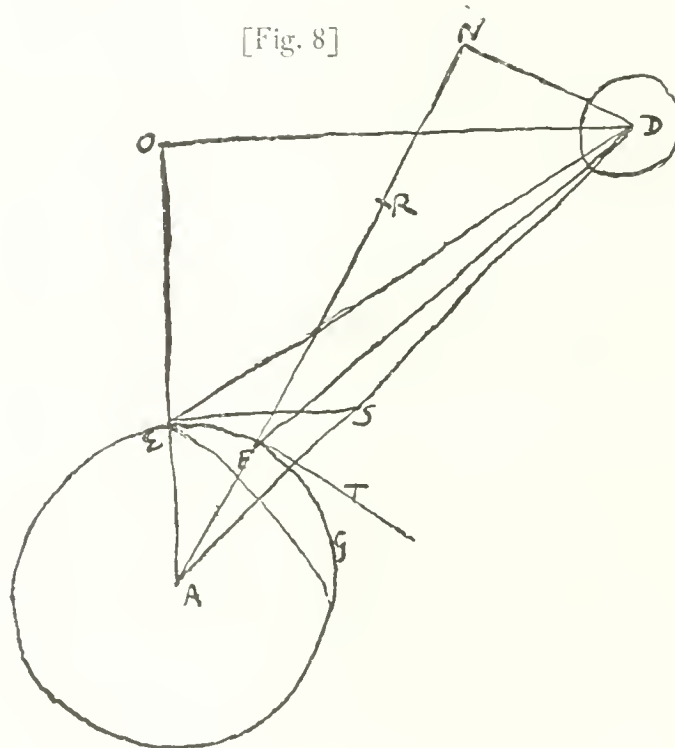
À HUYGENS À L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES.
ASTRONOMIE.

[1666] 1)

A. TROUVER LA DISTANCE DE LA TERRE A LA LUNE, PAR LE DIAMETRE APPARENT DE LA LUNE OBSERVÉ A DEUX DIFFÉRENTES HEURES EN UN MESME JOUR OU NUIT ET SA HAUTEUR PRISE EN MESME TEMPS.

L'on suppose que l'observation du diametre apparent se fasse avec une tres grande exactitude par le moyen des filets tendus dans une lunette d'approche, au foier du verre oculaire; et d'autant qu'il y aura plus de difference de hauteur de la lune aux 2 ob-

[Fig. 8]



servations d'autant plus précis fera le calcul. Et le mieux est de les faire alors que la lune est pres de son apogee ou perigee a cause que sa distance ne varie pas sensiblement alors entre la premiere et derniere observation.

Soit D [Fig. 8] le centre de la lune, A le centre de la terre, joints par la droite AD, et qu'un plan mené par ces 2 centres coupe la terre et fasse le cercle EFG.

Or il faut sçavoir, que puis qu'on suppose qu'aux deux observations la distance de la lune au centre de la terre est la même, que la grandeur du diametre apparent de la lune depend uniquement de l'angle de sa hauteur sur l'horizon, en sorte que cet angle étant plus petit, le diametre apparent sera plus petit aussi, a cause que la distance sera plus grande entre la lune et l'observateur.

Soit maintenant le premier lieu de l'observateur en E d'où la lune D aie paru elevee sur l'horizon de l'angle DES de 12 degr. et son diametre apparent de 30'.27". Et que quelques heures apres, le même observateur, mais transporté par le mouvement journalier de la terre en V, aie observé la hauteur de la lune de 56 degr. et son diametre apparent de 30'.44". Il est certain que si au temps de la premiere observation en E un autre observateur se fut trouvé a un point du cercle EFG, prenons que ce soit en F, ou la lune D luy eust paru elevee sur l'horizon de 56 degr. il est certain, dis je, qu'il y auroit veu son diametre apparent de 30'.44". parce que comme j'ay dit, ce diametre depend uniquement de la hauteur plus ou moins grande de la lune sur l'horizon, en sorte que de quelque lieu qu'on l'observe haute de 56 degr. son diametre y paroistra de 30'.44". Pour trouver donc la distance DA, nous supposons que au même temps qu'on a observé la lune du point E ou elle estoit haute de 12 degr. et son diametre apparent de 30'.27", un autre observateur l'a observée du point F, ou elle avoit la hauteur de 56 degr. et d'où nous sçavons certainement que son diametre devoit paroître de 30'.44", et ces suppositions faites, je trouve la regle suivante pour calculer la distance AD.

Regula.

Sit data, ex diametrorum ratione, major distantia lunæ ED ad minorem FD quæ 100000 ad 99078. Fiat ut DE ad DF ita sinus altitudinis majoris DFT ad aliam, à qua auferatur sinus altitudinis minoris DES. Et ut residuum ad differentiam distantiarum ED, FD, ita erit earum summa dimidia ad semidiametrum Terræ, in partibus qualium distantia major posita fuit 100000. Hinc vero et distantia DA data erit, quippe quæ sit hypotenusa trianguli rectanguli AOD, cujus latus unum DO est sinus compl. minoris altitudinis observatæ, alterum vero OA sinus ipse ejus altitudinis junctus terræ semidiametro EA.

¹⁾ Manuscrit C, p. 124—126. Les p. 110 et 128 du Manuscrit C portent respectivement les dates du 2 nov. et du 31 déc. 1666.

Producantur AF, AE, sint ijs perpendicularares DN, DO. Et in recta FN sumatur FR æqualis EO [Fig. 8].

[Fig 8]

Quadr. AD æquatur quadratis AF, FD et duplo \square° AFN. At idem qu. AD æquatur qu.^{is} AE, ED, et duplo \square° AEO. Ergo qu.^a AF, FD, cum duplo \square AFN, æqualia qu.^{is} AE, ED cum duplo \square° AEO. Et ablatis utrinque qu.^{is} æqualibus AF, AE, erit qu. FD cum duplo rectang. AFN æquale qu.^o ED cum duplo \square AEO. Unde si rursus æqualia conferantur, hinc nimirum dupl. \square AEO, inde dupl. \square AFR; Relinquetur qu. ED æquale qu. FD cum duplo \square AF, RN. Itaque qu. ED superat qu. FD hoc duplo \square AF, RN. Est autem idem excessus qui ED supra qu. FD æqualis rectangulo ex summa et differentia duarum ED, FD. Ergo et \square ex AF, RN æquabitur \square° ex differentia duarum ED, FD. Ideoque erit ut RN ad differentiam duarum ED, FD, ita earum summa ad duplam AF. Quia vero datur, ex diametrorum observatione, ratio ED ad FD; Sequitur, si ponatur ED partium 100000, etiam FD in talibus partibus datam esse, adeoque et summam utriusque et differentiam. Sed et rectam NR quæ est differentia duarum NF, OE datam esse in similibus partibus sic ostendetur. Etenim quia anguli altitudinis lunæ supra horizontem in utraque observatione dati sunt DES, DFT, et angulo quidem DES æqualis est

angulus EDO in triangulo rectangulo EOD. patet posita ED partium 100000 fieri EO finum anguli EDO seu DES, ideoque datam esse. Cæterum et FD cum data sit, et data item ratio ejus ad FN, nempe ea quæ est radij ad finum anguli dati FDN ipsi DFT æqualis; patet et FN datam fore, inveniri que ipsam faciendo ut sicut radius ad finum FDN ita FD ad aliam. Itaque auferendo datam EO sive ipsi æqualem FR ab FN data, etiam reliqua RN dabitur. Et faciendo itaque ut RN ad differentiam duarum ED, FD ita earum summa ad aliam, ea erit dupla AF; quæ itaque dabitur in partibus qualium ED erat 100000.

B²). Trouver la distance de la Lune au Centre de la Terre par deux Observations de son diametre apparent, et ses hauteurs sur l'horizon, prises en mesmes temps. Supposè que la distance entre la Lune et le centre de la terre soit la mesme aux deux Observations.

Regle.

Les distances de la Lune à l'observateur estant en raison contraire des diametres observez, L'on fera comme la plus grande distance (que l'on supposera egale au Rayon, par exemple de 100000 parties) est à la moindre distance, ainsi le sinus de la plus grande hauteur de la Lune à une quatrieme; de la quelle on otera le sinus de la moindre hauteur de la Lune; et comme le reste est à la difference des deux distances, ainsi sera leur somme au diametre de la Terre. En suite de quoy l'on connoitra aussi la distance requise de la Lune au centre de la Terre; car ce sera l'hypotenuse d'un triangle rectangle, dont l'un costè est le sinus du complement de la moindre hauteur observee, et l'autre composé du sinus mesme de cette hauteur, et du demidiametre de la Terre.

Si la hauteur estant de 12 degr. le diametre de la Lune est de 30'. 27".

Et la hauteur estant de 56 degr. le diametre est de 30'. 44".

L'on trouvera par cette methode que la distance de la Lune au centre de la Terre est environ de 33 diametres de la Terre.

[?]

C³). De 60 pieds ouverture de 6 p. 8 l. . . . 240 fois.

qui fait 60 . . . ouverture de 4. . . . 200 fois, avec un oculaire de $3\frac{3}{5}$ ponce

²) La partie *B* de cet Appendice est empruntée à la p. 253 du Manuscrit E. La p. 254 porte la date du 24 novembre 1680, mais comme il s'agit dans le cas de la p. 253 d'une feuille collée dans le Manuscrit, sa date est incertaine. Elle nous semble être de 1666 bien plutôt que de 1680 puisque la règle, ainsi que les données numériques, sont absolument les mêmes que celles de la partie *A* qui précède.

³) La partie *C* est empruntée à la p. 257 du Manuscrit E. Il s'agit ici aussi (comparez la note 2) d'une feuille collée dans le Manuscrit. La date étant donc incertaine, nous avons cru pouvoir la reproduire ici.

fait voir le diametre de la lune de 100 degr. puisqu'elle est d'un $\frac{1}{2}$ degr. C'est a dire 500 lieues d'Allemagne sous l'angle de 100 degr. ou 5 lieues sous 1 degr. ou 1 lieue sous 12 min.

1 degré est la $\frac{1}{57}$ partie de sa distance de l'oeil, donc a la distance de 57 pouces c'est pres de 5 pieds l'on verra un rond d'un pouce de diametre de mefine qu'une tache de la lune qui a 5 lieues de diametre.

Et $2\frac{2}{3}$ lignes, a cette mefine distance de 5 pieds, comme une chose dans la lune de l'estendue de 1 lieue. Et une chose de $\frac{1}{2}$ lieue, comme seroit la ville de Paris, comme $1\frac{1}{5}$ lignes à la distance de 5 pieds.

Comparez avec la présente Pièce C la p. 351 du T. VII (lettre de Huygens à Colbert du 9 août 1673).



APPENDICE IV

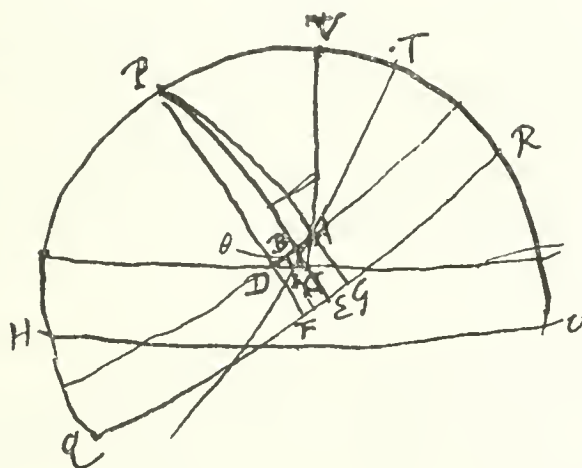
À HUYGENS À L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES.
ASTRONOMIE.

[1674]

La présente page du Manuserit E ¹⁾ fait bien voir, comme nous l'avons dit à la p. 14 qui précède, que lors de leur commun séjour à Paris, Huygens et Roemer conversaient sur des sujets d'astronomie. Comme nos notes le font voir, Huygens n'a pas pris la peine de bien rédiger cette Pièce.

P. 7. Römer. Supposito [Fig. 9] angulo in sole ACB (à circulis per verticem et per polum) altitudinis variatio est ad tempus (tempus scilicet quo arcus variationis

[Fig. 9].



altitudinis mergitur infra parallelum horizontis per solem transeuntem) ut AB ad

¹⁾ Manuscrit E, p. 7. La p. 26 porte la date du 19 décembre 1674.

AC. Declinationis variatio est ad tempus (tempus quo arcus variationis declinationis mergitur infra eundem horizontis parallelum per solem transeuntem) ut BA ad BC ²⁾).

HPVO meridianus. V vertex, P polus. PCV angulus in sole [c'est l'angle qui plus haut s'appelait ACB]. QR æquator. DA parall. æqu. HO horizon. DC parall. horiz.

AC variatio altitudinis ³⁾).

GF arcus æquatoris seu tempus quo punctum A ferius attinget parallelum horiz. CD quam punctum C.

BC variatio declinationis ⁴⁾).

EF tempus quo punctum B ferius attinget parall. horiz. DC quam punctum C ⁵⁾).

Ergo variatio altitudinis AC ad tempus GF non est ut AC ad AD hoc est ut BA ad AC, nisi cum arcus AD non differt à GF, hoc est, cum sol est in æquatore.

Itemque variatio declinationis BC ⁴⁾ ad tempus FE non est ut BC ad BD, h.e. ut BA ad BC nisi cum arcus BD non differt ab EF, hoc est cum sol est in æquatore.

Sole autem non in æquatore posito, erit ratio AC ad GF composita ex AC ad AD, seu BA ad AC, et ex DA ad FG, hoc est et ex ea quam habet finis arcus PA ad finum totum ⁶⁾).

²⁾ Ici le soleil est donc supposé se trouver au point C. Quant à la „variatio” de sa hauteur, elle résulte apparemment d'un déplacement fictif du soleil, indépendant du mouvement diurne, avec une vitesse constante v de C en A, en un temps CA. Si AD désigne le temps dans lequel le point A est transféré en D par suite du mouvement diurne, la vitesse nommée v étant supposée égale à la vitesse linéaire de ce dernier mouvement du point A, on a :

altitudinis variatio CA (temps) : temps AD (ou plus brièvement CA : AD) = AB : AC, puisque dans le petit triangle rectangle DCA CB est la perpendiculaire sur l'hypoténuse. On aura de même, en supposant cette fois que la vitesse du mouvement CA soit telle que la *composante* CB de ce mouvement ait la vitesse v susdite (ou bien que le soleil se déplace de C en B avec cette vitesse v) :

declinationis variatio CB (temps) : temps BD (ou plus brièvement CB : BD) = AB : CB (même triangle).

C'est dire qu'il est bien plus simple de ne considérer que les relations géométriques CA : AD = AB : AC et CB : BD = AB : CB sans parler de temps ni de vitesses.

³⁾ TAI (voyez la suite du texte) représente l'écliptique dont un point déterminé vient en I (point de la circonférence de cercle CD parallèle à l'horizon) après un certain temps. Le soleil qui au commencement de ce temps, p.e. à midi, se trouvait par hypothèse au point considéré de l'écliptique ne vient cependant pas en I en ce temps, mais seulement en A par suite de son mouvement propre dans l'écliptique. L'arc IA est considéré comme une „variatio” dans la position du soleil à laquelle correspondent la „variatio altitudinis” CA (ou AC) et la „variatio declinationis” I θ (ou θ I), θ étant le pied de la normale abaissée de I sur AD.

Il est évident qu'il n'est plus question désormais d'un „angulus in sole ACB”, c.a.d. d'un soleil se trouvant au point C.

⁴⁾ Comme la suite du texte le fait voir la véritable „variatio declinationis” n'est cependant pas CB ou BC (note 2) mais I θ ou θ I (comparez la note 3).

⁵⁾ Nous avons corrigé „punctum B” en „punctum C”.

Et ratio BC ad FE, componetur ex ratione BC ad BD seu AB ad BC et ex BD ad FE, quæ est ea rursus quæ semis arcus PA ad finum totum.

Dum punctum eclipticæ T à meridiano venit in I, sol fecisse putetur arcum IA. tunc enim variatio altitudinis erit CA. variatio declinationis erit $\mathcal{S}I$ ³⁾ ⁴⁾.

Habentur duæ solis altitudines æquales ante et post meridiem, et tempora utriusque observationis notata horologio quod ad mediam dierum mensuram temperatum est. Quæritur quam horam indicante horologio sol fuerit in meridiano. Datur declinatio solis et poli altitudo præter altitudines solis observatas: Item variatio altitudinis solis in dato exiguo tempore, puta 1'. Hinc angulus in sole, et reliqua absque calculo triangulorum secundum methodum Romeri.

Les considérations qui précèdent n'étant pas suffisamment explicites, il ne nous est pas possible d'indiquer quelle était précisément la „methodus Roemeri” servant à résoudre le problème proposé.

En 1668 Huygens avait déjà résolu le même problème en se servant du „calculus triangulorum”: voyez, à la p. 369 du T. XVIII, la Pièce intitulée: „Ad inveniendas longitudes in mari, ex duabus æqualibus solis altitudinibus et hora pendulorum” qui constitue notre Appendice I à la Pars Prima de l'„Horologium oscillatorium.” Cette Pièce est parfaitement claire. La note 2 que nous y avons ajoutée fait voir que là aussi Huygens parle d'un soleil se trouvant en un certain point 1 de la Fig. 119 où le soleil ne se trouve pas en réalité: ce point 1 nous semble analogue au point C de la présente Fig. 9 où le soleil est dit se trouver (voyez la note 3 de la p. 54) sans qu'il en soit ainsi.

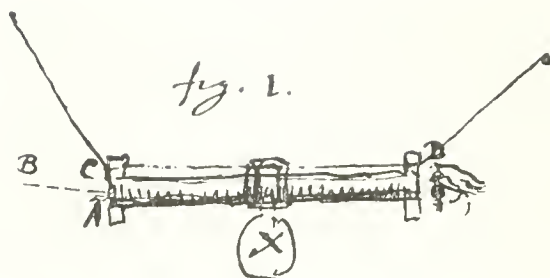
⁶⁾ Rapport que nous désignons aujourd'hui simplement par $\sin PA$.

APPENDICE V

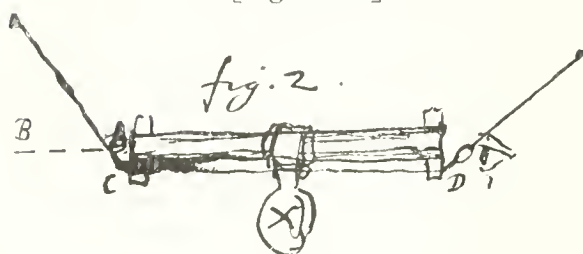
À HUYGENS À L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES.
ASTRONOMIE.

[1680] ¹⁾

[Fig. 10]



[Fig. 10 bis]



Le poids X est attaché à un anneau qui peut tourner sur le tuyau de la lunette. En premier lieu ce poids tiendra la lunette pendue comme dans la fig. 1 [Fig. 10]. Puis on tournera son anneau d'un demi tour; et il renversera la lunette et la tiendra suspendue comme dans la fig. 2 [Fig. 10 bis] les filets tenants

toujours aux mêmes points de la lunette.

Il faut voir si le filet D n'empêchera pas l'œil. Je crois que non, par ce que la prunelle en est fort proche. Autrement il faut mettre un anneau au fil. Le poids X peut tremper dans de l'huile ou sijrop.

Les deux filets et la ligne qui joint les filets demeurent dans la même posture après et devant le mouvement de la lunette par le contrepoids, et si le rayon visuel de la lunette est parallèle à la ligne qui joint les filets, elle visera toujours au même objet,

¹⁾ L'Appendice V, dont le texte a déjà été cité en partie à la p. 14 qui précède, est emprunté aux p. 34—37 du Manuscrit F. La p. 39 est datée 16 Nov. 1680 Parisijs. La partie supérieure de la f. 33—34 manque par suite d'une lacération, de sorte que le début du texte de la p. 34 nous fait défaut.

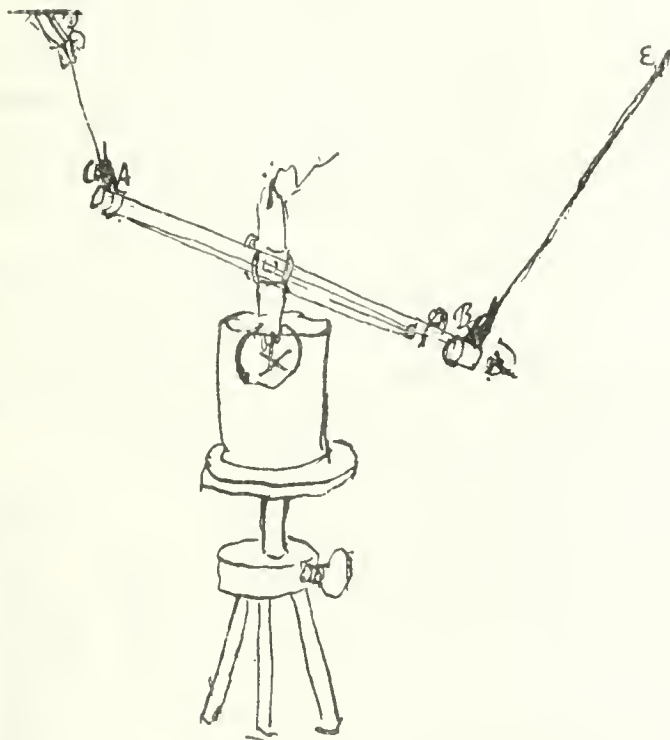
mais si elle est inclinée à cette ligne de jonction la lunette changera d'objet, en la renversant ou à demy seulement.

La mauvaise centration est comprise dans cette vérification. Si le rayon visuel AB n'est pas parallèle à la ligne CD, il tournera dans une surface conique qui aura la ligne CD pour axe. Et puisque CD demeure immobile ce rayon visuel changera d'objet en tournant la lunette. Et en la renversant tout à fait ce rayon visuel sera autant incliné d'un côté sur le plan azimuthal des filets, qu'il l'étoit auparavant de l'autre.

Lunette d'approche avec un fil perpendiculaire au foyer, lequel se rencontre toujours parfaitement au cercle méridien.

Pour observer les différences des ascensions droites des étoiles fixes, entre elles et d'avec celle des planètes et du soleil. AB [Fig. 11] lunette à deux verres convexes, avec un fil au foyer commun en C. Ce fil est dans le plan vertical. La lunette est sus-

[Fig. 11]



pendue par les deux filets AD, BE, dont les bouts d'en haut sont attachés à deux petites avances de leton, scellées dans un mur qui soit disposé nord et sud, comme les côtes des fenêtres méridionales et septentrionales de l'observatoire.

En A et B il y a deux morceaux de leton, arretez sur la lunette et fendus, dans lesquels tiennent les filets, pressez par une vis. Les dits filets sont serrez aux bouts D, E dans des fentes verticales, par une vis. Mais du costé E cette piece qui tient le filet pourra s'avancer et reculer sur l'avance fixe.

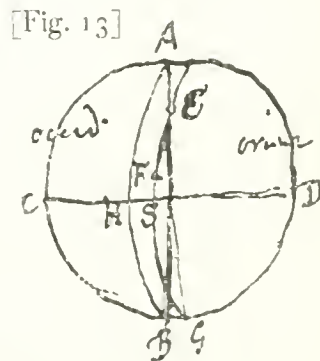
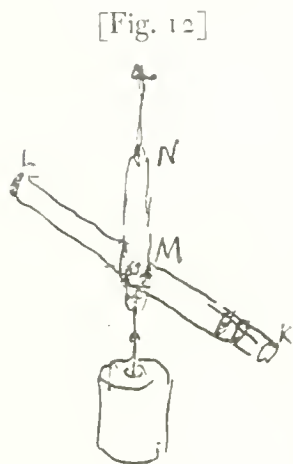
Aux deux bouts de la lunette AB on suspendra des poids qui trempent dans de l'huile comme en mon niveau. Ou bien un poids X au milieu. [Cette dernière phrase a été ajoutée plus tard. Il en est de même du poids X et du trépied correspondant dans la Fig. 11. En même temps Huygens biffa dans la figure les poids suspendus en A et B et leurs trépieds; nous les avons donc omis.]

Par le moyen d'une lunette KL [Fig. 12] pendue a un simple filet, et mobile sur le pivot M, qui la joint a la piece perpendiculaire MN, l'on observera deux egales hauteurs d'une mesme estoile fixe, vers l'orient et vers le couchant ce qui se verra exactement par le moyen du filet horizontal au foier des verres. L'on marquera a la pendule le temps entre les deux observations. Le lendemain ou apres on observera derechef la mesme hauteur orientale de la mesme estoile et l'on remarquera l'heure de cette observation et l'on ajustera la lunette AB en sorte que l'estoile se rencontre devant elle a son filet justement lors que la moitié du temps entre les observations du jour d'auparavant soit passée depuis la dernière observation. Alors on est assuré que cette estoile est au meridian.

Mais il est encore incertain si le fil de la lunette AB, lors qu'on luy hauffera et baiffera le bout B, suit exactement le cercle meridien. Car il se peut faire que le rayon visuel de la lunette soit incliné sur le plan azimuthal commun des deux filets qui la tiennent suspendue, et alors le fil de la lunette ne suivra point le cercle azimuthal des filets mais un moindre cercle parallele a cet azimuthal [Fig. 13]. Ce moindre cercle en ce cas, passant par l'estoile qui est precisement dans le meridian, il s'ensuit qu'il coupe le meridian. Mais ce devoit estre le meridian mesme.

L'on connoitra si la visuelle de la lunette, hauffée ou baiffée, demeure dans un mesme azimuth, par le renversement de la lunette, dont l'invention se void aux deux pages précédentes.

En marge: La mesme lunette pourra servir et pour prendre les egales hauteurs d'estoile, estant suspendue par un fil; et dans le cercle meridien estant suspendue par les deux bouts. Pour le premier usage on attachera la lunette dans la piece MN [Fig. 12] comme une balance mais moins libre.



La rédaction de cette Pièce est postérieure d'un an environ à celles sur le niveau de Huygens, publiées en janvier et février 1680 dans le Journal des Sçavans; voyez la suite du présent Tome. Il y a évidemment une certaine connexion entre les deux sujets. Et aussi entre les instruments de Huygens et l'„amphiotra sive tubus reciprocus” de 1675 de Roemer, déjà mentionné plus haut (note 17 de la p. 11) et dont on trouve une description dans la „Basis astronomiæ” de Horrebow.

Nous ignorons si les instruments dont traite la présente Pièce ont réellement été construits.

OPPOSITION DE HUYGENS CONTRE UNE THÈSE DÉFENDUE PAR LE FILS DE COLBERT AU COLLÈGE DE CLERMONT À PARIS¹⁾.

¹⁾ D'après le Journal d'Olivier Lefèvre d'Ormesson le jeune Colbert défendit ses thèses le 11 et le 12 août 1668. Le premier jour il „soustint des thèses en philosophie desdiées au roy”. „Le lendemain il y eut un second acte de mathématiques”. „La cour y estoit en sy grande foule que l'on ne pouvoit se retourner dans la place . . . Jamais il ne put y avoir une plus grande assemblée de personnes de toutes conditions”. D'Ormesson donne les noms de plusieurs personnes qui prîrent la parole le premier jour. Il n'était pas encore connu que Huygens a pris part au „second acte”. Le Journal en question a été publié par M. Chéruel dans la Première Série (Histoire Politique) de la „Collection de documents inédits sur l'histoire de France publ. par les soins du ministre de l'instruction publique”. Nous citons le T. II (1661—1672) de la publication de M. Chéruel (Paris, Imprim. Imp. MDCCCLXI). Chéruel dit à tort dans une note qu'il s'agit du second fils de Colbert, Jacques Nicolas (né en 1654, plus tard archevêque de Rouen).

La défense des thèses par le jeune marquis de Seignelay est aussi mentionnée par le marquis de Saint-Maurice dans ses „Lettres sur la Cour de Louis XIV”, éd. J. Lemoine, Paris, Calmann-Lévy, 1910. D'après Lemoine cette défense eut lieu, non pas le 11 et le 12, mais le 29 et le 30 août. En effet, le marquis écrit dans sa lettre LXVI du 24 août 1668 au duc de Savoie, Charles Emmanuel II: „Hier [Colbert] me visita . . il me vint présenter son fils qui m'apporta des thèses de philosophie qu'il doit soutenir dans le collège de Clermont”. Et dans sa lettre du 31 août suivant au même: „Revenant aux thèses du fils de M. de Colbert que l'on nomme le marquis de Seignelay, il y eut encore plus de confusion qu'à Versailles. Jamais il n'y avait eu un si grand concours de personnes de qualité en pareille occasion . .” D'après la Gazette de France (1668, p. 914) citée par Lemoine, le jeune Colbert défendit le premier jour ses thèses „avec tant de vivacité, de netteté et de vigueur qu'il étonna toute l'assemblée . . le jour suivant il ne surprit pas moins agréablement tout ce beau monde par le succès qu'il eut encore dans les choses les plus difficiles des mathématiques”.

Néanmoins le marquis de Saint-Maurice croit devoir écrire dans sa lettre CXLII du 2 Sept. 1672 au duc de Savoie: „. . le marquis de Seignelay . . fils [de Colbert] ne fera jamais grande figure; il n'y a pas de génie si faible à la Cour et dans les conversations à l'armée, on a remarqué qu'il ne savoit ce qu'il disoit et qu'il sait peu”.

CONTRA THESIN 9. Dⁱ. DE SEIGNELAY IN COLLEGIO
CLARAMONTANO POSTREMUM DISPUTANTIS.

[Août 1668]

Aug. [1668] ¹⁾.

Illa hypothesis quæ ne quidem inter hypotheses numerari meretur male cæteris hypothesis terram circumagentibus tolerabilior dicitur.

Hypothesis Cæsalpini ne quidem inter hypotheses numerari meretur. Ergo &c.

Vers la fin de la Quæstio 4 („Planetæ in Circulis non in sphaeris moueri”) du Liber Tertius de ses „Quæstiones Peripateticæ” de 1593 (Venetiis, apud Iuntas) Andreas Cæsalpinus (le célèbre botaniste) émet l’hypothèse que la terre, laquelle est censée se trouver au centre de l’univers, possède un mouvement de rotation fort lent; elle serait entraînée tant soit peu par le mouvement diurne du ciel, et cela un peu obliquement (ce qui explique „solem non ferri semper super eandem partes terræ: ideo non semper sunt eadem terræ zonæ, sed quæ nunc torrida est, aliquando erit frigida, & è converfo”). Or, „iudicandum est huiusmodi motum terræ eius gratia institutum esse, ut coelum, unde omnis virtus descendit, secundum alios atque alios aspectus respiciat”. Il pense que ce mouvement, imaginé par lui, de la terre explique aussi la précession des équinoxes que les géocentristes attribuent généralement à un mouvement de la „sphaera octava”; „cum enim terra in occasum feratur, videtur octava sphaera in ortum mutari etc.”. C’est apparemment cette hypothèse-ci qui fut défendue au collège de Clermont, avec d’autres thèses, par le jeune Colbert, et c’est pour se conformer au style du collège, où les jeunes gens apprenaient à ergoter, que Huygens dans la présente Pièce procède par *major, minor* et *conclusio* ²⁾. „Les Universités”, dit Tannery „après avoir longtemps présidé au mouvement intellectuel, en avaient perdu la direction, et quand elles n’y créaient pas des obstacles par leur aveugle attachement aux traditions surannées de la scolastique, elles étaient au moins incapables de se transformer pour se plier aux besoins des temps nouveaux” ³⁾. Ce jugement, appliqué au collège de Clermont, nous semble en vérité trop sévère: n’oublions pas

¹⁾ La Pièce est empruntée aux p. 16—18 du Manuscrit D. Le jeune marquis de Seignelay dont il s’agit est Jean Baptiste Colbert, né en 1651, fils homonyme du grand Colbert. On trouvera son nom aussi dans notre T. VII. Il est surtout connu comme ministre de la marine par le bombardement de Gênes qui eut lieu d’après ses ordres et en sa présence en 1684 („Histoire des Français” par J. C. L. Simonde de Sismondi, Paris, 1841, T. XXV, p. 465—471).

²⁾ Voyez un peu plus loin la note ajoutée par Huygens en marge: „Hic dixerunt . . . etc.” qui prouve qu’il a pris la parole en cette occasion.

³⁾ P. Tannery „Les Sciences en Europe 1648—1715”, dans le T. XIV de l’„Histoire générale du IV^e siècle à nos jours” (dir. E. Lavissee et A. Rambaud, 1924).

que le Père Pardies ⁴⁾, bien connu à Huygens, y a enseigné vers la fin de sa vie ⁵⁾, lequel était un homme de grande valeur ⁶⁾. Notons en particulier que Pardies s'exprime de telle manière sur le mouvement de rotation (diurne p.e.) de la sphère ou des sphères célestes qu'on peut douter s'il croyait fermement à l'existence objective de ces mouvements ⁷⁾.

Probo minorem. Illa hypothesis quæ peccat contra ipsas rationes mathematicas, non debet numerari inter hypotheses. Atqui Cefalpini hypothesis peccat contra ipsas rationes mathematicas. Ergo &c.

Probo majorem. Non enim est hypothesis sed paralogifinus. I hypothesis autem talis esse debet ut saltem phaenomena cujus [lisez quorum] gratia supposita est ex ea sequi possint.

Probo minorem. Illa hypothesis peccat contra rationes mathematicas ex qua hypothesi eos motus quorum gratia posita est sequi non posse mathematicis rationibus evincitur.

Atqui ex Cefalpini hypothesi, motum præcessionis æquinoctiorum cujus gratia instituta est, sequi non posse, mathematicis rationibus evincitur. Ergo Cefalpini hypothesis peccat contra rationes mathematicas.

Probo minorem, et primo hæc pono fundamenta. Puncta æquinoctialia esse intersectiones Aequatoris et Eclipticæ. Præcessionem æquinoctiorum esse translationem illam lentissimam punctorum æquinoctialium ad alia atque alia inter fixas loca, sive hoc motu fixarum sive alia quacumque ratione efficiatur.

Jam sic argumentor.

Si ob motum a Cefalpino terræ attributum nec æquator nec ecliptica inter fixas situm mutant, sequitur nec intersectiones æquatoris et eclipticæ situm inter fixas mutare posse. Atqui ob motum &c.

Probo minorem. Si in hypothesi Cefalpini non æquatoris coelestis positus inter fixas, multoque minus positus eclipticæ pendent a positu telluris; ergo ob motum quem telluri tribuit nec æquator nec ecliptica situm mutare poterunt. Atqui in hypothesi Cefalpini æquatoris coelestis positus multoque minus eclipticæ pendent a positu telluris. Ergo &c.

En marge: hic dixerunt eclipticam coelestem quidem situm non mutare, sed eclipticam terrestrem. quod absurdissimum est cum nulla sit ecliptica terrestris, nec si esset ejus intersectio cum æquatore æquinoctialia puncta in coelo constituere posset.

⁴⁾ Mort en 1673.

⁵⁾ Nous l'avons dit aussi à la p. 487 du T. XVIII. Mais il semble bien que Pardies n'était pas encore attaché au collège de Clermont en 1668.

⁶⁾ Voyez e.a. les T. XVIII et XIX.

⁷⁾ Nous avons cité à la p. 227 du T. XVI sa remarque, tirée de la Préface de la „Statique” qui est une suite du „Discours du mouvement local”: „[La Mécanique] affermit inébranlablement la terre sous nos pieds”; „c'est elle qui donne le branle à tous les Cieux”.

In Copernicana hypothesi æquatoris positus pendet a positu terræ, cum sit circulus is quem æquatoris terrestris planum ad fixas productum efficit.

Non potest ratio reddi præcessionis æquinoctiorum nisi ponatur fixas in consequentia ferri super axe eclipticæ, et tunc axis conversionis sphaeræ fixarum aliter atque aliter ad eundem axem immobilem aptari ponitur; vel ut poli conversionis fixarum inter ipsas alia atque alia puncta occupent in circulo circa polum eclipticæ procedendo in præcedentia. Dico in his hypothesibus. Sed in Copernicana vel Semicopernicana axi telluris motus circa polos eclipticæ tributus præcessionem salvat optime.

Probo quod in hypothesi in qua terra motu diurno non convertitur positus Aequatoris non pendet a positu terræ.

Aequator in illa hypothesi est circulus in coelo maximus cujus poli sunt iidem qui conversionis sphaeræ fixarum. Si itaque poli conversionis sphaeræ fixarum non pendent a positu terræ, ergo nec æquator pendebit a positu terræ. Atqui poli conversionis &c. Ergo.

Probo minorem. Si poli conversionis sphaeræ fixarum penderent a positu terræ dicendum esset motum illorum polorum motui terræ obnoxium esse ita ut hoc posito ille sequeretur. Atqui absurdum posterius ergo et prius. Vel si motum polorum conversionis fixarum dicitis sequi ad motum telluris, jam concedatis oportet non ex solo motu terræ a Cefalpino constituto sequi motum punctorum æquinoctialium, sed præterea etiam polos conversionis fixarum inter fixas transferri debere in circulis circa polos eclipticæ. Et tunc multo tolerabilior erit hypothesi eorum qui tantum sphaeræ fixarum motum tardissimum circa polos eclipticæ in consequentia tribuunt.

HUYGENS À L'ACADÉMIE ROYALE DES
SCIENCES, MEMOIRE POUR CEUX
QUI VOIAGENT.

MEMOIRE POUR CEUX QUI VOIAGENT.

[Août ou Septembre 1668] ¹⁾

Prendre dans toutes les villes la hauteur du pole, ce qui se fait en prenant les lignes de la hauteur du soleil a midy, par le moien d'un astrolabe, anneau gradué ou arbaliste, et en se servant de la table des declinaisons du soleil.

Que si l'on n'a pas ces tables de declinaison ou qu'on n'en entende pas l'usage, on ne laissera pas de tenir memoire de la hauteur meridiene du soleil qu'on a prise et a quel jour, parce que tousjours par apres l'on en pourra deduire la hauteur du pole.

Marquer les distances itineraires d'un lieu a un autre et les rums ²⁾ de vent.

S'enquerir s'il y a des cartes geographiques du pais, et en apporter.

Faire des desseins des ruines des bastimens anciens et des vues remarquables.

S'enquerir si l'on y a quelque connoissance de la Geometrie et des auteurs comme Euclide, Apollonius &c. duquel ³⁾ peut estre on trouvera en Arabe le 8^e livre qui nous manque. Item de l'Astronomie, et si on y predict les Eclipses.

De quelle maniere on pratique l'arithmetique et quelles sont les marques des chiffres.

Quelles machines y sont en usage differentes des nostres pour Moulins. Voitures. Batteaux. Elevation de grands fardeaux &c. Et en faire les figures.

Quelle est la forme des maisons. Embellissement des jardins.

Quels meubles il y a dedans. quelles ferrures et clefs.

Figures d'instrumens de musique. Et apporter s'il se peut des airs notez.

Figures d'animaux que nous n'avons pas, bestes, oiseaux, insectes. Du Tigre d'Asie. Des grandes chauvesouris &c.

Maniere d'employer l'acier de Perse et de le tremper.

Teinture des Estoffes.

Il faudroit donner a M. de l'Aisné ⁴⁾ un de nos astrolabes et la Table des declinaisons.

Apporter des grains des herbes rares.

Voyez p.e. ce que dit Huygens en 1670 (T. VII, p. 45) sur tout ce qui fut raconté et rapporté par un certain de Monceaux après un voyage au Levant.

¹⁾ La Pièce est empruntée à la p. 31 du Manuscrit D. Les p. 9 et 37 portent respectivement les dates du 16 août et du 21 septembre 1668.

²⁾ Ou rums.

³⁾ C. à. d. d'Apollonius.

⁴⁾ ? Dans le manuscrit le mot „de” est peut-être biffé. Le mot „Aisné” y est suivi de trois points.

HUYGENS À L'ACADÉMIE ROYALE
DES SCIENCES, LE NIVEAU.



Avertissement.

Les travaux de nivellement des membres de l'Académie Royale des Sciences se rattachent tout naturellement à ceux exécutés à l'Observatoire. Sans doute, à l'Académie l'astronomie n'était pas pratiquée uniquement à un point de vue utilitaire. Cependant les avantages que la navigation pourrait recueillir de la perfection des méthodes et des instruments, même sans que les savants se missent consciemment au service des gens de mer, étaient évidents pour les conducteurs de l'état français comme ils l'ont toujours été pour tout gouvernement éclairé. Or, étendre la connaissance utile du monde où nous nous trouvons placés exige évidemment aussi et non en dernier lieu le perfectionnement de la science des choses terrestres. Il fallait donc améliorer les cartes du royaume et plus généralement, pour autant que faire se pourrait, celles de tous les parages de notre planète, ce à quoi il fallait développer l'art de mesurer, dont le nivellement ¹⁾ fait partie, et l'appliquer avec assiduité.

Dans sa lettre au Roi de France de 1665 ²⁾ où il demandait la création d'un Observatoire, Auzout avait cru devoir ajouter qu'il n'y avait pas en Europe de royaume dont les cartes géographiques fussent si fautes et la situation des lieux si incertaine.

Les célèbres mesures de Picard — Huygens parle de sa „solertia egregia” ³⁾ —

¹⁾ Expression de Huygens, Pièce II qui suit.

²⁾ C'est la Dédicace au Roi déjà citée dans la note 12 de la p. 9 qui précède.

³⁾ T. XIII, dernières lignes de la p. 774.

servant à déterminer la grandeur d'un arc du méridien, qui furent exécutés suivant la méthode de Snellius entre Sourdon, près d'Amiens, et Malvoisine, au sud de Paris, font de 1669 et 1670; la „Mesure de la Terre”, où il en donne les détails, fut imprimée pour la première fois en 1671 ⁴⁾. Dans la Pièce „Observations faites à Brest et à Nantes pendant l'année 1679” — nous ne citons que ces observations-ci ⁵⁾ — Picard et de la Hire informent le public que Louis XIV avait donné l'ordre aux Académiciens de „dresser une carte de toute la France avec la plus grande exactitude qu'il serait possible” ⁶⁾. Les Registres de l'Académie des Sciences ⁷⁾ mentionnent, en février 1681, un „Mémoire présenté à M^r. Colbert touchant la Carte du Royaume, par M^r. Picart”.

Vers la fin de la „Mesure de la Terre” ⁸⁾ Picard donne la „Description d'un [nouvel] instrument propre à observer le niveau”. On voit dans la figure que la lunette d'approche — „de mesme structure que celle que nous avons décrite pour le quart-de-cercle” ⁹⁾ — est munie de fils croisés ¹⁰⁾. „Un chevalet de peintre sert de support à l'instrument” et il y a des accommodements pour le cas d'inégalité du terrain. Quant au „plomb ou perpendiculaire” dont le fil se trouve dans une queue verticale attachée au milieu du support horizontal de la lunette, on peut vers le bas „passer le doigt pour arrester le plomb en le touchant en dessous”. Une description plus ample de ce niveau, avec une nouvelle figure quelque peu différente de la première ¹¹⁾, se

⁴⁾ Publiée de nouveau dans les „Mémoires de l'Académie Royale depuis 1666 jusqu'à 1699”, T. VII, première partie, 1729, p. 1—59.

⁵⁾ Même T. VII, p. 121—134. Dans ces observations Picard et de la Hire se servent des „Eclipses des Satellites de Jupiter, qui est la voye la plus sûre pour déterminer la difference des Meridiens”. Voyez aussi sur ce sujet la p. 652 de notre T. XVIII.

⁶⁾ Le même Tome des Mémoires contient (entre les p. 180 et 181) la „Carte de France corrigée par ordre du Roy sur les observations de M^{rs}. de l'Académie des Sciences”. On y a marqué aussi les contours, bien différents, de la carte antérieure de 1679 de „M. Sanson l'un des plus illustres géographes de ce siècle”.

⁷⁾ T. IX des Registres, f. 96 v.

⁸⁾ P. 52—53.

⁹⁾ Comparez sur l'application aux cadrans d'une lunette (ou de deux lunettes) au lieu de pinnules la l. 14 de la p. 8 et la note 36 de la p. 17 qui précèdent ainsi que le début de la Pièce IV qui suit.

¹⁰⁾ Comparez la l. 12 de la p. 8 qui précède.

¹¹⁾ J. B. du Hamel „Regiæ Academiæ Historia”, 1901, P. 177: „Mense Maio [anni 1678] Picard demonstrationem suam circa Libellam proposuit quæ postea cum aliis ad eandem rem pertinentibus edita fuit”.

Dans le Chap. II du Traité de la Hire dit avoir changé la forme du niveau qui „d'abord représentait la lettre T”; „elle est à présent en forme de croix, ce qui a été fait afin de donner plus de longueur au cheveu qui sert de perpendiculaire”.

trouve dans le „Traité du Nivellement” que Picard était sur le point de publier lorsqu’il décéda assez subitement en 1682; le Traité vit le jour en 1684 par les soins de de la Hire ¹²⁾: la description du niveau est de la main de ce dernier ¹³⁾.

Ce Traité est donc postérieur à la description par Huygens de son niveau à lui (en forme de croix) laquelle parut dans le Journal des Sçavans de janvier 1680 (Pièce V qui suit) et que de la Hire a réimprimée dans le Traité sans aucun commentaire. Le deuxième article de Huygens, celui qu’il publia dans le Journal des Sçavans de février 1680 (Pièce VIII qui suit), ne s’y trouve point. De la Hire a en outre joint au Traité, après la description du niveau de Huygens, celle de „celuy de M. Romer sur un de ceux qu’il avoit fait faire lui-même”, avec la maniere de s’en servir ¹⁴⁾, et de plus celle d’un niveau de lui-même (d. l. H.) comprenant une lunette flottante. Il eût pu faire mention d’autres constructions récentes ¹⁵⁾, telles que celle de Cassini, Piece VI qui suit ¹⁶⁾. Le sujet était à la mode.

Ce n’était d’ailleurs pas uniquement dans le but de dresser des cartes ou de mesurer la grandeur d’un arc du méridien pour établir la grandeur de la terre (considérée

¹²⁾ Comparez aussi le Cap. II („De Libellæ usu, ubi de Mechanicis”) de la „Sectio Secunda, de rebus Mathematicis anni 1675. & 76. pertractatis” de la „Regiæ Academiæ Historia” du du Hamel (p. 149).

¹³⁾ Préface de de la Hire: „J’ay donné une Description entiere de son Niveau comme il s’en servoit ordinairement, dont il ne parloit qu’en passant en renvoyant le Lecteur à son Traité de la mesure de la Terre, où il l’a expliqué fort au long”.

¹⁴⁾ Ce niveau n’est pas mentionné, comme c’est le cas pour les autres instruments de Roemer, dans la „Basis astronomiæ” de Horrebow.

¹⁵⁾ Préface: „Comme plusieurs sçavans geometres ont publié des niveaux construits sur differens principes, qui pourront avoir de grandes utilitez dans des cas particuliers, je me suis persuadé qu’il étoit à propos de faire icy la description de quelques-uns, & principalement de ceux qui peuvent servir aux grands nivellemens”.

Dans le T. VIII des Registres de l’Académie (f. 202 v.) il est question, le 17 mai 1679, d’un „niveau d’une nouvelle invention” de de Hautefeuille „avec du mercure, et de l’eau dans deux bouteilles, jointes par un tuyau avec une lunette et un filet au foyer, etc.”. Dans le T. IX on lit à la f. 60 „18 Maj. [1680]. M^r. Chapotot a présenté un niveau à la Compagnie de son invention etc.” Ce niveau de Chapotot [Chappotot] est également mentionné dans notre T. VIII (p. 298, note; voyez aussi la p. 96 du T. IX), de même que celui de Puyrichard de la même année. Le titre de l’article de Chappotot dans le Journal des Sçavans de juin 1680 est une imitation de celui de Huygens.

¹⁶⁾ Il s’agit ici d’une construction de 1679. Mais dans les années précédentes Cassini avait déjà proposé d’autres modèles. À la p. 168 de son „Historia” du Hamel écrit: Varios deinde [1677 et 1678] libellæ conficiendi modos proposuit D. Cassinus, cum aquæ tum hydrargyri beneficio”.

comme sphérique) que les Académiciens étaient tenus de s'appliquer au nivellement. Dans la Préface au Traité de la Hire rappelle que Picard eut „une occasion tres-considerable pour mettre [son] instrument en pratique dans les nivellemens des eaux des environs de Versailles [1674] et dans l'examen des hauteurs et des pentes des rivières de Seine & de Loire”, examen entrepris, en 1677, à la suite du désir de „Sa Majesté . . . de faire conduire à Versailles la meilleure eau pour boire” ¹⁷⁾. De la Hire ajoute : „On ne doit pas oublier d'avertir que M. Romer a eu beaucoup de part aux Nivellemens, qui ont esté faits aux environs des Versailles” ¹⁸⁾.

Dans une lettre de septembre 1680 (Pièce VII qui suit) Huygens dit qu'on „a desja fait bon nombre” de niveaux de sa façon. Rien ne nous autorise à croire à un succès de longue durée — voyez aussi sur ce sujet l'Appendice II qui suit —, mais nous avons au moins une lettre de de la Hire de décembre 1686 ¹⁹⁾ où il écrit à Huygens: „Vostre niveau est celuy de tous les niveaux qui est le plus en vogue”.

Nous publions ici quelques figures et considérations de Huygens tant antérieures que postérieures à sa lecture de novembre 1679 à l'Académie (Pièce V) et à la publication, en janvier et février 1680, de ses deux articles. Pour ces articles eux-mêmes (Pièces V et VIII), affectant comme d'habitude la forme de lettres à l'éditeur du Journal des Sçavans, nous renvoyons au T. VIII.

Dans la „Regiæ Academiæ Historia” de 1901 J. B. du Hamel, secrétaire de l'Académie des Sciences, fait une remarque historique importante au sujet du niveau de Picard employé par ce dernier dès 1669: du Hamel écrit à la p. 101, se rapportant aux années 1669 et 1670: „Libellæ structuram & usum accurate describit” [Picard] „in eo opusculo [il s'agit de la „Mesure de la Terre”] quod anno 1671 publici juris factum est”, „ac similis pene est chorobati Vitruvii l. 8 descripti [nous soulignons], adeo ut litteram T utcumque referat”.

¹⁷⁾ Traité du Nivellement, p. 284.

¹⁸⁾ Ibid. p. 297. Voyez aussi, à la p. 35 de notre T. VIII, la fin de la lettre du 30 septembre 1677 de Römer à Huygens.

¹⁹⁾ T. VIII, p. 114.

Cette remarque a sans doute été écrite en 1670, donc avant l'apparition (en 1673) de la traduction des „Dix Livres d'Architecture de Vitruve” par Cl. Perrault: chez ce dernier la figure du chorobate ²⁰⁾ (dernière figure de la p. 244), prise des commentaires de Barbaro ²¹⁾ (celle de Vitruve lui-même étant perdue), n'a pas la forme d'un T ²²⁾. C'est peut-être à Mariotte que du Hamel a emprunté l'idée que le chorobate aurait eu cette forme.

Il est vrai que le „Traité du Nivellement” de Mariotte, où il avance cette hypothèse ²³⁾, n'a été publié qu'en 1677, mais Perrault (qui ne mentionne pas l'hypothèse de Mariotte sur la forme du chorobate) savait assez exactement dès 1673, et sans doute plus tôt, ce que ce savant disait sur l'instrument de Vitruve et sur son niveau à lui: il écrit (l.c.): „Pour perfectionner le Chorobate, Monsieur l'Abbé Mariotte de l'Académie Royale des Sciences, a trouvé depuis peu qu'il suffisoit que l'instrument eust trois ou quatre piés de longueur [dans son Traité Mariotte écrit ²⁴⁾]: „Ce niveau est un petit canal de bois d'une seule pièce . . . sa longueur . . . depuis 2 piés jusques à 5 ou 6]; qu'il n'estoit point nécessaire qu'il eust des pinnules, ny même qu'il y eust de ligne droite & parallèle à la superficie de l'eau le long de laquelle il fallust regarder, etc.”. Nous ajoutons que Mariotte, après avoir critiqué le chorobate, ajoute ²⁵⁾: „On trouvera de semblables défauts, à peu près, dans les autres niveaux qui sont en usage”, et aussi ²⁶⁾ que lorsque les lieux „sont de difficile accès, ce qui empêche de se pouvoir servir des niveaux ci-dessus; il faut avoir en chaque lieu un quart de cercle comme ceux avec lesquels les Astronomes prennent les hauteurs des Astres par le moyen des lunettes d'approche qui servent de pinules, etc.” Dans la „Mesure de la

²⁰⁾ En latin: chorobates.

²¹⁾ Voyez sur Barbaro et Vitruve la note 3 de la p. 54 du T. XVII.

²²⁾ Nous sommes également d'avis — l'opinion contraire nous paraît même parfaitement insoutenable — que le texte de Vitruve, chez qui la partie principale du chorobate est une „regula longa circiter pedum XX” (Cap. VI du Lib. VIII „De perductionibus & librationibus aquarum, & instrumentis ad hunc usum”) n'indique aucunement la forme d'une lettre T.

²³⁾ P. 542 du T. II de l'édition des „Oeuvres de M^r. Mariotte” de 1717 (Leide, P. vander Aa): „La double équerre dont on se sert ordinairement, semblable à la lettre T, & qui est le même que le Chorobate décrit par Vitruve . . .”

²⁴⁾ Même édition, p. 538.

²⁵⁾ P. 543.

²⁶⁾ P. 555.

Terre” de 1671 de Picard on voit tant le niveau en forme de T (nous en avons parlé à la p. 76) que le quart de cercle muni de deux lunettes.

Nous ignorons si Huygens, dans la partie de la feuille 219—220 du Manuscrit E qui fait défaut (voyez la Pièce IV qui suit) avait cité Vitruve, comme il l’a fait ailleurs (sans le nommer) à propos des roues dentées des horloges provenant peut-être de l’hodomètre romain ²⁷⁾, ni s’il y avait parlé de Mariotte, de Perrault ou de Picard, ou des niveaux en usage avant ou indépendamment d’eux.

On voit dans les Pièces qui suivent que de 1679 à 1682 Huygens a plusieurs fois modifié son niveau en détail. Il ne nous semble pas nécessaire d’énumérer ici tous ces changements. S’il est un lecteur qui s’intéresse vivement à la forme de la boîte ou à la question de savoir si le sirop qui arrêta le mouvement du poids ballottant était un mélange d’huile d’amandes et de térébenthine, ou bien une seule de ces liqueurs, ou encore de l’huile de lin ou autre chose, il pourra consulter les Pièces elles-mêmes. Nous nous contentons d’observer que la présence de cette liqueur assurait sans doute l’immobilité du plomb mieux que l’eût pu faire l’attouchement avec le doigt dont il était question dans le cas du niveau de Picard. La figure du niveau de Huygens tel qu’il fut d’abord présenté au public se trouve au T. VIII (voyez la Pièce V qui suit); nous aurions pu l’emprunter aux *Chartæ astronomicæ* d’où nous n’avons tiré ici que la Fig. 22 de la p. 92 également bien dessinée et quelque peu différente. Il n’est sans doute pas dénué d’importance que Huygens rendit son niveau plus léger par l’emploi du fer blanc au lieu du laiton (Pièces V et VII). Le tuyau carré de la lunette (Pièce III) se trouve aussi chez Picard ²⁸⁾. On voit dans la Pièce V que dans son article de janvier 1680 Huygens a supprimé quelques préceptes; il en était sans doute, alors comme dans tous les temps, pour les niveaux comme pour les horloges et pour les instruments de précision en général: les artisans — les maîtres, peut-on dire — qui

²⁷⁾ Voyez la p. 36 du T. XVII. Consultez aussi sur l’intérêt de Huygens pour Vitruve la p. 293 du T. X.

Nous ne parlons pas ici, à propos des horloges, du planétaire d’Archimède conservé à Rome (voyez la note de la p. 174 qui suit) et qu’on ne peut guère se figurer comme dépourvu de roues dentées: nous ignorons jusqu’à quand ce planétaire a subsisté.

²⁸⁾ Dans la „Description du Niveau” de Picard, ou de Picard et de la Hire (Chap. II du „Traité du Nivellement”).

les construaient y mettaient aussi du leur; il était donc inutile et impossible de les astreindre à copier servilement un modèle ²⁹).

Ce qui distingue le niveau de Huygens de ceux à lunette d'avant 1680 et explique la vogue dont parle de la Hire, c'est la qualité qu'il relève déjà dans le titre de la Pièce III, ainsi que dans la Pièce IV, celle de pouvoir être „rectifié d'une seule station”, c. à. d. sans l'aide d'un deuxième observateur se trouvant à une certaine distance ³⁰).



²⁹) Voyez ce qui a été dit plus haut sur Chappotot „Faiseur d'instrumens de Mathematique”. A la p. 298 du T. VIII Huygens écrit que les nouvelles inventions — ou du moins une partie d'elles — sont „des deguisemens” de la sienne; à la p. 96 du T. IX il dit (sept. 1686) que le niveau de Chappotot „est fort bien inventé”.

³⁰) On peut consulter dans le „Traité du Nivellement” de Picard et de la Hire les paragraphes du Chap. II intitulés „De la rectification, ou verification du Niveau” et „Autre maniere pour la verification du Niveau”. Dans le paragraphe „Maniere de se servir [du] Niveau [de Roemer], & de le rectifier” (même Chap.) il est question „comme [pour] le premier niveau” „de deux nivellemens reciproques, ou bien . . de deux nivellemens faits d'une même station à deux points également éloignés d'un côté, & d'autre”.

HUYGENS À L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES, LE NIVEAU.

- I. UN NIVEAU DE 1668.
 - II. L'OPÉRATION DU NIVELLEMENT [1679].
 - III. NIVEAU QUE L'ON PEUT RECTIFIER D'UNE SEULE STATION ¹⁾ [AOÛT 1679].
 - IV. AUTRES CONSIDÉRATIONS SUR LE NIVEAU DE 1679.
 - V. NOUVELLE INVENTION D'UN NIVEAU À LUNETTE QUI PORTE SA PREUVE AVEC SOV, & QUE L'ON VERIFIE & RECTIFIE D'UN SEUL ENDROIT. PAR MR. HUGUENS DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES ¹⁾ [JANVIER 1680].
 - VI. A PROPOS DU NIVEAU DE CASSINI MONTRÉ PAR LUI À L'ACADÉMIE EN NOVEMBRE 1679.
 - VII. BROUILLON DE LA DEMONSTRATION DE LA JUSTESSE DU NIVEAU, ETC.
 - VIII. DEMONSTRATION DE LA JUSTESSE DU NIVEAU DONT IL A ESTÉ PARLÉ DANS LE II. IOURNAL ¹⁾ [FÉVRIER 1680].
 - IX. AUTRE COMMENCEMENT DE LA DEMONSTRATION.
- APPENDICE I. POUR CONSTRUIRE MON NIVEAU A LUNETTE QUI EST DANS LE JOURNAL DES SCAVANS, PLUS SIMPLEMENT, A MEILLEUR MARCHÈ, ET MOINS SUJET A ESTRE ESBREANSLÈ PAR LE VENT ¹⁾ [FÉVRIER 1682].
- APPENDICE II. LE NIVEAU DE 1661 DE THEVENOT [1692].
-

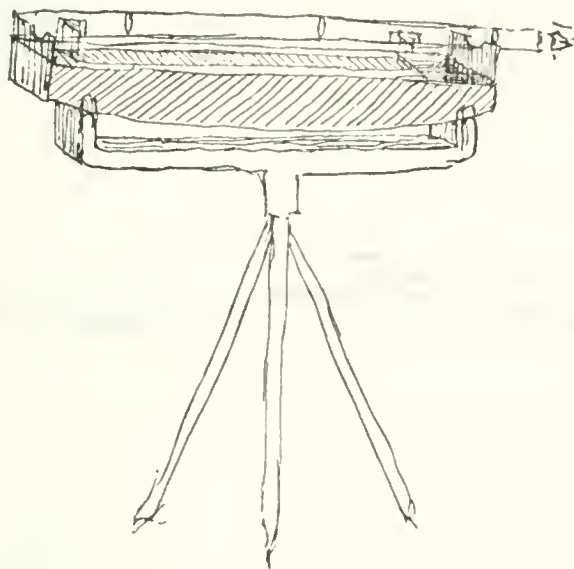
¹⁾ C'est le titre que Huygens lui-même donne à cette Pièce.

I.

UN NIVEAU DE 1668.

Forme d'un niveau [Fig. 14] d'après une figure du Manuscrit C ¹⁾.

[Fig. 14]



Nous reproduisons cette figure pour faire voir que Huygens s'intéressait au sujet déjà bientôt après son arrivée à Paris. Nous ignorons si la figure représente un niveau existant.

¹⁾ Manuscrit C, p. 249. Une deuxième figure également dépourvue de texte se trouve à la p. 260. Les p. 231, 253 et 261 portent respectivement les dates 25 feb. 1668, Parisijs Majo 1668 et 14 Jul. 1668.

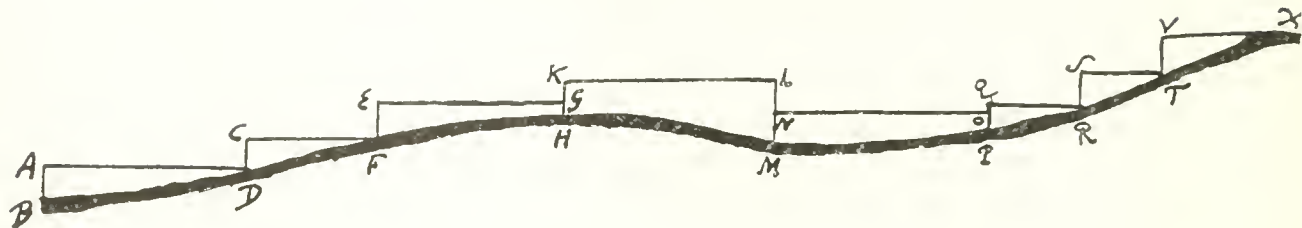
II.

L'OPÉRATION DU NIVELLEMENT.

Août 1679 ¹⁾.

Pour trouver la quantité du nivellement pour toute sorte de terrain ajoutez toutes les hauteurs de l'oeil; et aussi toutes les hauteurs vifées. La différence des sommes est la différence des hauteurs du premier et dernier terrain. Et le premier est plus bas si la premiere somme est plus grande que l'autre. Et contra.

[Fig. 15]



$AB + CD + EF + KH + NM + QP + SR + VT - GH - LM - OP \propto B$
plus bas que X [Fig. 15].

Nous observons que dans la „Mesure de la Terre” de 1671 (voyez l’Avertissement) Picard disait qu’on évite les erreurs dues à la réfraction qui courbe les rayons visuels — voyez sur les rayons courbés le premier alinéa de la p. 16 qui précède — „en se contentants de stations mediocres”. Dans le Chap. 1 de sa „Theorie du Nivellement” telle qu’elle fut publiée par de la Hire, il est dit „que la refraction n’est pas sensible lorsque la distance n’excede pas 1000 toises”.

¹⁾ Manuscrit E, p. 204. La date du 14 août (voyez la Pièce III qui suit) se trouve à la p. 202.

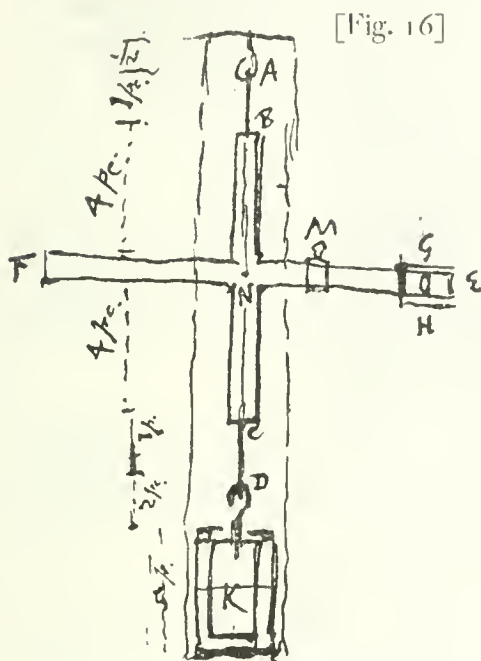
III.

NIVEAU QUE L'ON PEUT RECTIFIER D'UNE SEULE STATION ¹⁾.

Août 1679.

A Paris le 14 Août 1679.

FE [Fig. 16] lunette de 2 pieds ayant son tuyau carré et de leton, auquel sont attachées les branches plates BN, NC. d'où pend le plomb K environné de terbentine meslée d'huile d'amandes.



filets AB, CD courts. boete avec de la terbentine ou de l'huile.

bas qu'au paravant, c'est signe que la lentille GH et le fil à son foier ont esté trop bas

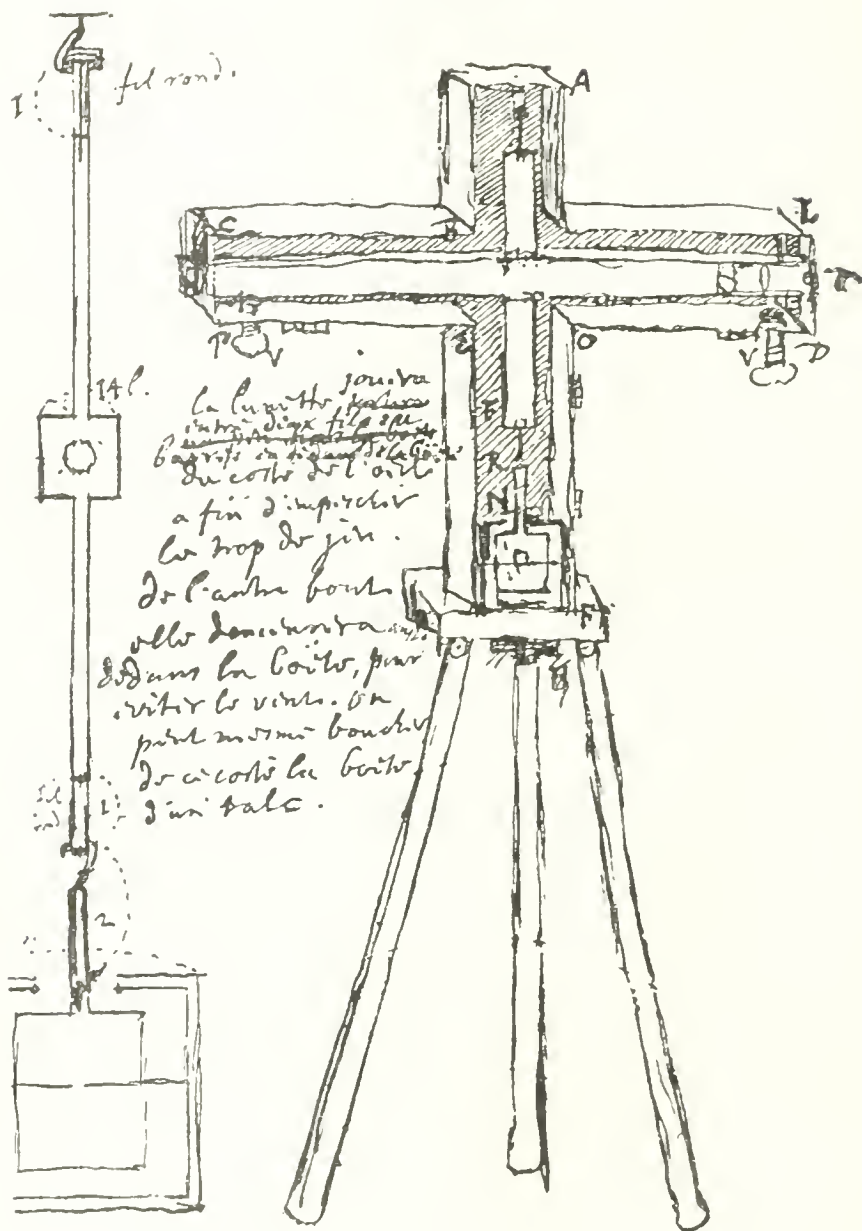
Pour le rectifier. Premièrement faire en sorte que les filets AB, CD soient dans la même ligne perpendiculaire. Ce qui sera ainsi, si en augmentant le poids K, la lunette EF ne change point de visée, mais si elle vise plus haut ce sera signe que le centre de gravité de la croix ne sera pas en BNC mais plus vers F, et il faudra pour le faire venir en BNC charger le bras NE, en éloignant d'avantage le poids mobile M de N. ou autrement.

Après cela pour sçavoir si la lunette vise au niveau il faut renverser la croix de haut en bas, les bouts F et E demeurant où ils sont, et faire la suspension par le bout du fil D au crochet A, et remettre le crochet du poids D dans le bout du fil A qui sera vers en bas. Car alors si la lunette ne change pas de visée, elle vise au niveau. Mais si elle vise à un objet plus

¹⁾ Manuscrit E. P. 202—204. Comparez sur ce titre la fin de la Pièce IV.

dans la première position, et il les y faut hausser un peu. Et contra. — Voyez ce que Huygens dira plus loin sur le petit poids coulant.

[Fig. 17]



Quant le verre F ne seroit pas bien centré, cela n'importe point du tout.

Mais en haussant le verre GH avec le fil qui est a son foier, il ne faut pas changer le centre de gravité de toute la croix.

Il pourra suffire de hauffer le fil seulement.

Boete en croix [Fig. 17] qui se peut ouvrir par le costé de la lunette, et refermer par le moyen de deux [corrigé en quatre] portes. Une porte pour ADP mobile sur PD. une autre pour EF mobile sur OF. La lunette jouera entre deux fils ou barres en dedans de la boete du costé de l'oeil a fin d'empescher le trop de jeu. De l'autre bout elle demeurera aussi dedans la boete, pour eviter le vent. On peut mesme boucher de ce costé la boete d'un talle.

Sur la planchette du pied il y aura un pivot ou cylindre dressé perpendiculairement, et dans le fonds de la boete en croix il y aura un trou avec une virole de cuivre dans laquelle le pivot entre juste, et en sorte qu'il puisse tourner quand on voudra diriger la lunette vers l'object.

Quand le poids sera levé pour ne balancer plus et pour fermer la boete de cuivre ou il est, une goupille passant par la queue N le tiendra ferme. Lors en defaisant le crochet R on haussera un peu la croix par la queue F, et avec les 2 vis V on la ferrera contre la planche CL, afin d'estre ainsi arrestée en transportant le niveau.

Afin que le tuyau quarré de la lunette souffre mieux la pression de ces vis V, il faut que les plaques de dessus et de dessous couvrent celles qui sont sur le champ.

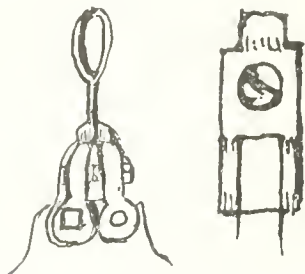
Pour faire la boete mettre deux planchettes en croix, chacune étant diminuée, dans l'endroit de la jointure, de la moitié de son epeffeur. 4 portes de la boete.

5 Nov. 1679. L'on peut se servir de ce niveau sans contrepoids, étant enfermé dans la boete, parce qu'il s'arreste assez tost. Il faut l'avoir rectifié premierement par le moyen du contrepoids. Remarque intercalée plus tard comme la date l'indique.

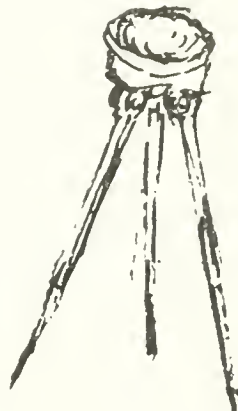
En visant premierement sans contrepoids, et puis l'adjoutant; alors s'il vise au mesme point qu'auparavant, l'on est seur que le centre de gravité du niveau est dans la ligne droite qui joint les deux points de suspension. Si non il faut le reduire a cela par le moyen d'un petit poids coulant qu'on ferre sur la lunette par tout ou l'on veut. Et on le fait avancer vers l'objectif si la lunette vise plus bas apres y avoir attaché le contrepoids d'enbas. Et au contraire reculer vers l'oculaire, si elle vise plus haut. Ayant fait cette premiere preparation, il faut voir en tournant la lunette le dessus dessous si elle vise au mesme point, a quoy on la reduira par le moien du fil qui est au diaphragme derriere l'oculaire, en haussant tant soit peu ce fil, quand la lunette vise plus haut qu'auparavant, ou en le baissant quand elle vise plus bas.

Si l'on veut se servir du contrepoids pendu au niveau, et trempé dans de l'huile pour faire arrester plus vite, il faut que la lunette soit la plus legere qu'il se peut, sans manquer pourtant de force suffisante.

[Fig. 18]



[Fig. 19]



Pour la legereté et la force de la lunette on y peut mettre des anneaux de fer en dedans, qui pourroient servir en mesme temps de diaphragmes. Pincés au haut et au bas des branches de la croix pour serrer les lacets de ruban [Fig. 18]. Ecuelle creuse spherique de 4 pouces de diametre avec 3 pieds en triangle attachez au mesme bois de l'ecuelle [Fig. 19].

Si la lunette baissée d'un degré de plus qu'elle ne feroit si le centre de gravité estoit dans la ligne des suspensions; alors en attachant par en bas un poids egal a la pesanteur de la croix, la lunette se relevera de $\frac{2}{3}$ de degré fort pres. Et si le poids est double, elle relevera de $\frac{4}{5}$ de degré. Et si le poids est triple elle relevera de $\frac{6}{7}$ de degré. Voyez sur ces calculs la Pièce VIII qui suit.

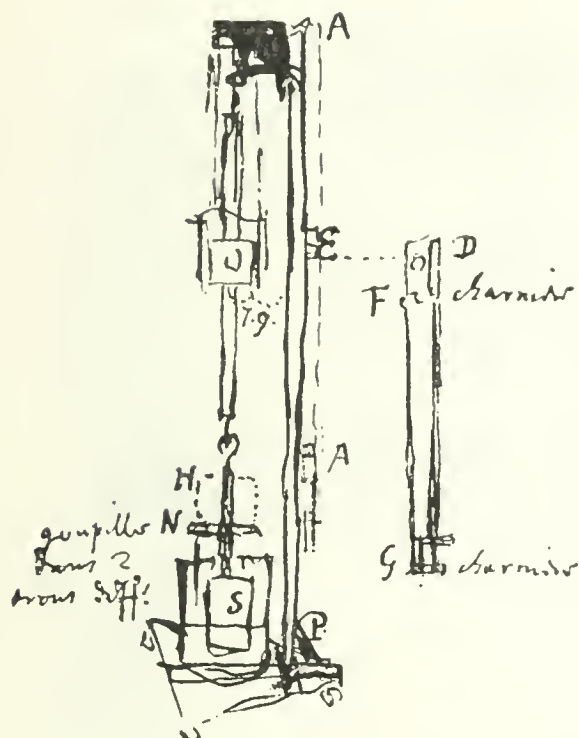
Manuscrit E, p. 209. Niveau. fol. 6 retro. suspendu sans boete.

La goupille N [Fig. 20 et 20 bis] étant mise dans le trou le plus bas des deux, tiendra le poids S ferré contre le haut de la boete, qui par ce moyen sera en mesme temps fermée. Et la mesme goupille étant mise dans le trou plus haut, servira a porter le poids H, quand on veut verifier le niveau.

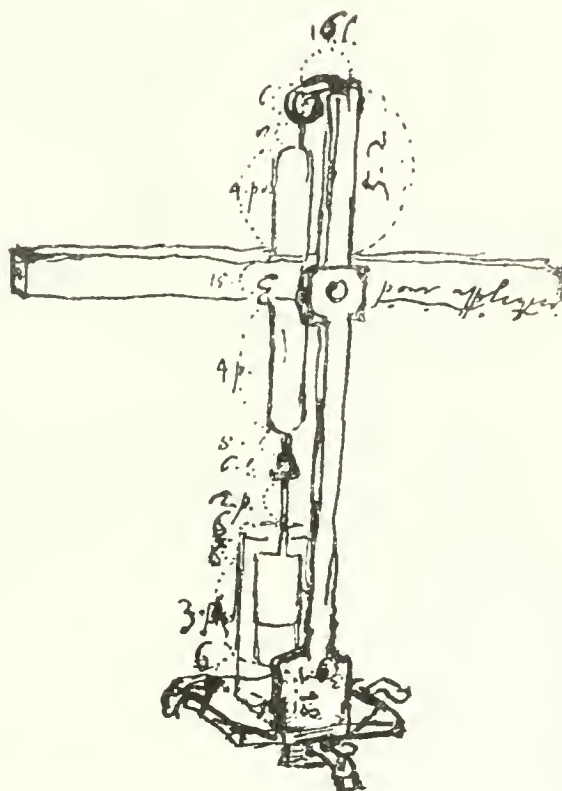
Ce bras DG de la fourchette sera attaché a la verge AP en E. Et pour s'en servir on tirera le bout G à foy, jusqu'à ce que ce bras soit horizontal. puis on le pliera par

la charnière F pour mener la fourchette ou il faut qu'elle tiene la lunette. Et l'on dépliera la fourchette en la mettant à angles droits sur son bras par le moyen de la charnière G. Et cette fourchette étant un peu large, on la rendra plus étroite en la tournant autrement qu'à angles droits sur son bras.

[Fig. 20]



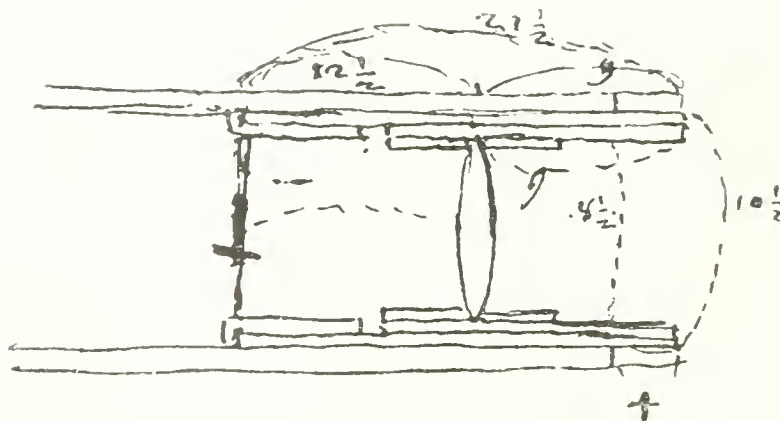
[Fig. 20 bis]



Une virole sous la plaque pour la pouvoir mettre sur un pied à la campagne. — La virole a déjà été mentionnée plus haut. — Trois pieds. Une vis au pied de derrière pour dresser la machine.

Feuille collée dans le Manuscrit E entre les p. 210 et 211, et p. 211. Différentes figures de lentilles simples ou doubles pouvant être placées à l'une des extrémités de la lunette du niveau. Nous n'en reproduisons qu'une [Fig. 21]. A la p. 217 du Manuscrit (partie biffée, voyez la note 4 de la p. 92) Huygens parle d'un tuyau court qui entre dans la lunette du côté de l'oeil. et

[Fig. 21]



enferme un autre petit tuyau qui porte le verre oculaire. Comparez les l. 10—11 de la p. 277 du notre T. VIII. Voyez aussi sur les lunettes à quatre lentilles les p. LI, LXXXVIII, LXXXIX, 469 et 774 du T. XIII, où il est également question (p. 774) du „telescope de 3 [lentilles] qui redresse”.

IV.

AUTRES CONSIDÉRATIONS SUR LE NIVEAU DE 1679.

Manuscrit E, p. 212. Le même avantage qu'on a trouvé en appliquant les lunettes d'approche aux instruments qui servent à observer les astres, on l'a aussi trouvé en les appliquant aux niveaux, et l'on l'a fait en différentes manières qui ont été déjà données au public. Mais il n'y a point eu jusqu'icy, ou l'on pût rectifier la machine d'une seule station et s'assurer à chaque fois d'avoir bien opéré, sans être obligé de faire des observations reciproques en regardant de la seconde station le point ou la marque qu'on a laissé à la première. C'est pourquoy ayant trouvé une manière nouvelle d'appliquer ces lunettes au niveau, qui outre qu'elle est simple, commode et de la dernière justesse contient encore la perfection que je viens de dire qui manquoit aux autres, je crois qu'on fera bien aise d'en voir la description que voicy.

AB est une lunette d'approche . . . etc.

Cet alinéa de la p. 212 et les six pages suivantes du Manuscrit ont évidemment servi à préparer l'article de janvier 1680 du Journal des Sçavans (Pièce V qui suit); et aussi sans doute la communication orale (postérieure au 18 novembre 1679) de Huygens à l'Académie (même Pièce).

Le texte s'accorde souvent assez exactement avec l'article imprimé ¹⁾.

En voici les derniers alinéas auxquels rien ne correspond dans l'article:

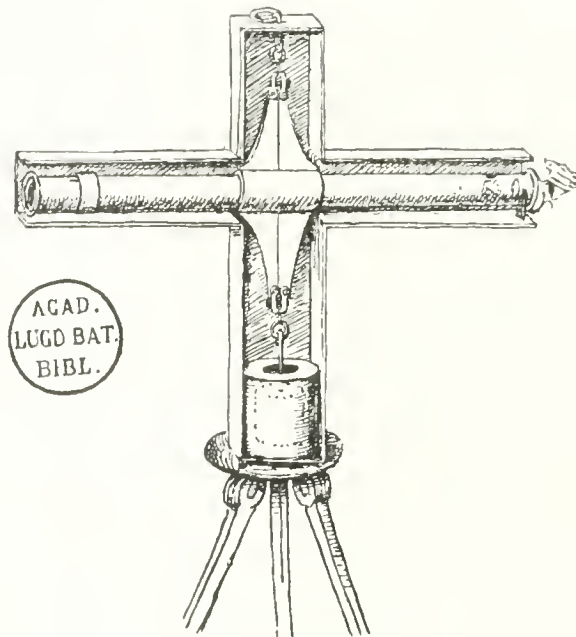
J'ay expliqué si particulièrement cette manière de faire mouvoir le fil [l'explication qui précède est d'ailleurs partiellement biffée; c'est pourquoi nous n'en reproduisons qu'une petite partie (note 4)] parce qu'elle réussit fort bien et que l'on ne l'a pas encore pratiquée de la sorte ni aux niveau [sic] ni aux lunettes d'approche qui servent à prendre les diamètres apparents des planetes ²⁾. C'estoit pour ce dernier usage que je m'avisay,

¹⁾ C'est évidemment par l'effet d'une faute de transcription ou d'impression que l'article tel que nous l'avons publié dans le T. VIII parle (p. 265, l. 17 d'en bas) de retourner la lunette „sans dessous”: conformément au texte du Manuscrit E le Journal des Sçavans a „sans [sic] dessus dessous”.

²⁾ Allusion au „Traité du Micromètre ou manière exacte pour prendre le diamètre des planetes et la distance entre les petites étoiles” de 1667 d'Auzout, cité à la p. 18 qui précède et sur lequel on peut consulter aussi la note 7 de la p. 198 du T. V corrigée dans la note 11 de la p. 63 du T. VI.

le premier comme je crois ³⁾, de mettre ce diaphragme ⁴⁾ dans les lunettes, et d'y tendre des petites bandes de leton, comme je l'ay décrit dans le traité des Phenomenes de Saturne ⁵⁾, car l'on n'avoit pas auparavant que je sceache cette ouverture circulaire aux lunettes de 2 ou plusieurs verres convexes, qui termine si bien le champ qu'on voit d'une vüe. Ni on ne se servoit pas de verres au lieu de pinnules ⁶⁾ aux instru-

[Fig. 22]



³⁾ C'est ce que Huygens dit aussi, sans doute en 1692 ou plus tard, à la p. 774 du T. XIII. Nous n'avons pas à nous occuper ici d'autres constructeurs de micromètres du 17^{ième} siècle sur lesquels on peut consulter p.e. J. A. Repsold „Zur Geschichte der astronomischen Messwerkzeuge von 1450—1830" et la note 2 de la p. 836 de notre T. XIII.

⁴⁾ Dans la partie biffée de la p. 217 du Manuscrit E Huygens parle du chassîs qui porte le fil de ver à foye attaché avec de la cire [d'après Horrebow et Delambre qui le cite (T. II, p. 695) Roemer se servait aussi dans ses réticules de „fils de soie collés avec de la cire"]. Le chassîs se peut mouvoir de haut en bas dans la coulisse qui enferme ses costez, et il a un petit morceau de leton attaché qui s'élève à angles droits, ou est un escrou pour la vis, dont le col rond passe dans un pareil morceau élevé sur la plaque du diaphragme.

⁵⁾ Voyez les p. 18—19 qui précèdent.

⁶⁾ Voyez la p. 17 qui précède avec la note 37.

ments d'astronomie avec des fils tendus a travers le diaphragme, dont l'utilité est si fort reconnue à présent.

Il faut prendre garde en mettant ce fil dans nostre lunette qui sert de niveau, qu'il ne puisse point varier de hauteur parce que la moindre alteration en cela se fait sentir dans l'observation.

La partie supérieure de la f. 219—220 du Manuscrit E fait défaut. Il y était question, d'après le texte conservé, de [différents] instruments pour prendre le niveau [agencés de] différentes manières qui ont déjà été données au public. Huygens ajoute (comparez le début de la présente Pièce): Mais il n'y en a point eu jusqu'icy qui eust cette qualité, qui m'a toujours semblé si nécessaire a ces instrumens, scavoir de les ajuster et verifïer d'une seule station et de s'assurer si l'on veut à chaque operation d'avoir bien operé.

Au lieu de la figure tronquée vers le haut de la p. 220 nous reproduisons celle absolument semblable (seul, le trépied y a été ajouté), de la f. 160 des *Chartæ astronomicæ* [Fig. 22].



V.

NOUVELLE INVENTION D'UN NIVEAU A LUNETTE QUI PORTE SA PREUVE AVEC SOY, & QUE L'ON VERIFIE & RECTIFIE D'UN SEUL ENDROIT, PAR MR. HUGENS DE L'ACADEMIE ROYALE DES SCIENCES.

C'est l'article du Journal des Sçavans du Lundy 29. Janvier MDCLXXX que nous avons reproduit comme N° 2212 de la Correspondance aux p. 263 et suiv. de notre T. VIII.

La p. 2 du T. IX (1676—1683) des Registres de l'Académie des Sciences dit: „Le Samedi 18 de Novembre 1679, la Compagnie estant assemblée. Mr. Hugens a apporté un niveau de son invention, il en donnera la description au premier jour”. L'article du Journal des Sçavans se trouve dans le même Tome aux p. 35 et suiv. La p. 33 porte la date du 30 mars.

Les Chartæ astronomicæ contiennent elles aussi (voyez la Pièce IV qui précède) un manuscrit de l'article de janvier 1680 du Journal des Sçavans ou plutôt de la Pièce correspondante des Registres: en effet, une main autre que celle de Huygens a inscrit la date „du 30 de Mars 1680” sur la feuille des Chartæ en y ajoutant le mot „bon”.

Les différences entre cette feuille — où la main étrangère a parfois transposé quelques mots ou remplacé un mot par un autre — et l'article de janvier sont en général insignifiantes. C'est pourquoi nous n'en indiquons que quelques-unes. Au lieu de „comme l'on verra par la démonstration” (notre T. VIII, p. 265, l. 12 d'en bas) la feuille des Chartæ a: dont la raison est assez aisée à comprendre. Au moment de la rédaction de la feuille il n'était donc pas encore question de la composition d'un deuxième article (celui du Journal des Sçavans de février 1680, Pièce VIII qui suit). Au lieu de: „Mais on peut aisément l'affurer davantage, si l'on veut, en faisant un trou au milieu de la plaque creuse” (T. VIII, p. 266, l. 9—10) la feuille a: Mais on peut aisément l'affurer encore d'avantage, si l'on veut, en attachant un bout de corde contre le milieu du fond de la boîte, et le faisant passer par un trou d'un ponce, que l'on fera dans le milieu de la plaque creuse: à la quelle tiendra par dessous un ressort pour y attacher cette corde. Ce qui n'empêchera pas qu'on ne puisse remuer et tourner la croix de bois suivant le besoin. Ces détails ont donc été omis à dessein. L'avant-dernier alinéa de la p. 266 du T. VIII se termine par les mots: „par le moyen d'une virole à escroûe S”. La feuille ajoutait: qui a deux branches que l'on fait descendre et presser contre le dessus du couvercle en tournant la virole, la queue du plomb étant à vis.

Huygens a apporté après coup quelques corrections à la feuille. C'est ainsi qu'au début, où il est dit dans l'article: „Son tuyau est de leton ou autre metal” il a ajouté fer blanc après „leton”; et qu'après les mots „de forme cylindrique” il a écrit: et d'autant meilleur qu'il est plus léger. — Voyez sur la question de la légèreté la p. 78 qui précède, sur la construction en fer blanc la Pièce VII qui suit.

Les Chartæ astronomicæ contiennent de plus — outre quelques autres feuilles — un brouillon plein de ratures de ce manuscrit ou, si l'on veut, de l'article de janvier 1680; c'est sans doute la forme la plus ancienne de l'article. Nous en tirons le dernier alinéa de la Pièce VI.

VI.

À PROPOS DU NIVEAU DE CASSINI MONTRÉ PAR LUI À L'ACADÉMIE EN NOVEMBRE 1679.

T. IX des Registres, p. 2: „Le Samedi 25 de Novembre [c. à. d. une semaine après Huygens] Mr. Cassini a fait voir un niveau de son invention que l'on a examiné. Il a commencé à lire un discours pour mesurer exactement la distance”.

Dans le premier brouillon de son article de janvier 1680 (voyez la fin de la Pièce V qui précède) Huygens parle comme suit à propos de ce niveau de Cassini (passage omis dans l'article lui-même; il n'y a pas de divisions sur le tuyau de la lunette telle que Huygens la fit construire et elle ne sert pas à déterminer les distances): . . . Et les divisions faites sur le tuyau de la lunette les quelles on peut trouver par experience ou bien par calcul marqueront le nombre des pieds ou toises de la distance requise. Mr. Cassini a desja pratiqué cette mesme methode ou peu differente avec des niveaux à lunette de son invention. Etc. — Il était sans doute question de mesurer les distances par de petits déplacements, dans le sens de l'axe de la lunette et à l'intérieur d'elle, de ce que Molyneux dans son Optique de 1692 — se proposant „to measure the distance of an object at one station by a telescope” — appellera „a slender needle”. Voyez sur ce sujet les dernières pages (p. 843 et 844) de notre T. XIII. où Huygens attribue une méthode de ce genre à Auzout et mentionne aussi une démonstration de Picard qui s'y rapporte.

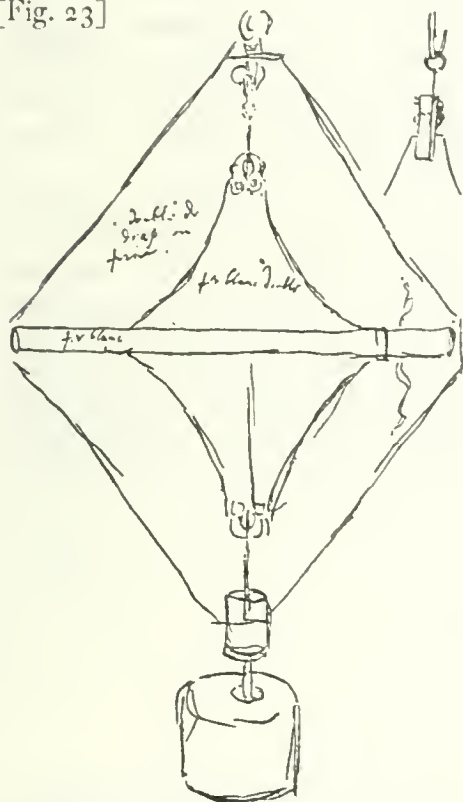
VII.

BROUILLON DE LA DÉMONSTRATION DE LA JUSTESSE DU NIVEAU, ETC.

Janvier et mai 1680 ¹⁾.

La p. 223 du Manuscrit E qui débute par les mots *La parfaite justesse qu'acquiert ce niveau pour la rectification se demonstre ainsi* contient une partie du brouillon de la publication de février 1680: „Démonstration de la justesse du niveau etc.” ²⁾; le reste du brouillon se trouvait sans doute sur une feuille séparée.

[Fig. 23]



A la p. 240 ¹⁾ on trouve une figure du niveau [Fig. 23] où se lisent e.a. les mots *fer blanc*, *fer blanc double*. ³⁾ Comparez la Pièce V qui précède et la lettre du 25 septembre 1680 de Huygens à son frère Lodewijk ⁴⁾ où il écrit: *Je fais maintenant faire ces niveaux de fer blanc au lieu de leton et ils en sont mieux pour la legereté et ne coutent pas le quart de ce qu'ils faisoient. L'on en a desia fait bon nombre.*

Picard s'était parfois servi de fer blanc ⁵⁾, mais cet alliage n'est pas mentionné dans le cas de son niveau en forme de T ⁶⁾.

¹⁾ La p. 221 du Manuscrit E porte la date du 11 janvier 1680. À la p. 239 se trouve celle du 11 mai de la même année.

²⁾ Pièce VIII qui suit.

³⁾ Et ailleurs: doublé de drap ou frisé.

⁴⁾ T. VIII, p. 298.

⁵⁾ „Mesure de la Terre”, p. 12 de l'édition de 1729 dans les Mémoires de l'Académie: „SS est un canon de fer blanc [il est question d'une lunette adaptée à un quart de cercle]”.

⁶⁾ Dans la description du niveau (voyez l'Avertissement) de la Hire ne parle que de „quelque matiere solide, & ferme, comme fer ou leton”.

VIII.

DEMONSTRATION DE LA JUSTESSE DU NIVEAU DONT IL A ESTE PARLÉ DANS LE II. JOURNAL.

C'est l'article du Journal des Sçavans du Lundy 26 Fevrier MDCLXXX que nous avons reproduit comme N° 2216 de la Correspondance aux p. 273 et suiv. de notre T. VIII.

Cet article se trouve dans le T. IX des Registres de l'Académie aux p. 40 et suiv. ¹⁾.

Les Chartæ astronomicae contiennent elles aussi (comparez la Pièce V qui précède) un manuscrit de l'article de février du Journal des Sçavans ou, si l'on veut, de la Pièce correspondante des Registres. Après le deuxième alinéa de la p. 275 de notre T. VIII se terminant par les mots: „la première préparation du Niveau plus aisée”, la feuille des Chartæ ajoute un passage biffé. Huygens avait noté en marge: s'il est besoin tout ceci pourroit être omis, mais il biffa cette note et la remplaça par la remarque: il faudra retenir ceci dans la nouvelle édition. Voyez sur le projet d'une nouvelle édition la note 1 de la p. X de notre T. XIII. Voici le passage en question:

Au reste il est aisé de voir que tant que le poids en I fera plus pesant à proportion de la croix, l'angle ECK [figure de la p. 274 de notre T. VIII] fera aussi une plus grande partie de l'angle ECI, et tant mieux par conséquent l'on decouvrira quand le centre de gravité de la croix est hors de la ligne CI, ou il doit être réduit.

Que si l'on partage en deux ce poids égal à celui de la croix, comme il a été dit dans la description, et pour la raison qu'on y peut voir, suspendant $\frac{1}{4}$ du dedans de la boîte qui contient l'huile et attachant les autres $\frac{3}{4}$ à la queue, qui sort hors de la boîte, alors l'angle dont ces $\frac{3}{4}$ font hausser ou baisser la lunette plus qu'elle ne haussoit ou baïssoit avec le premier quart, fait la moitié de l'angle entier qui est requis pour faire venir le centre de gravité de la croix dans la ligne des suspensions. de sorte que par la transposition du petit poids P [figure déjà nommée de la p. 274 du T. VIII], il faut encore faire hausser ou baisser la lunette autant qu'elle haussoit ou baïssoit déjà. Et travaillant par après avec le niveau, ajusté de cette manière, le plus sûr est d'y attacher toutes les deux parties du poids.

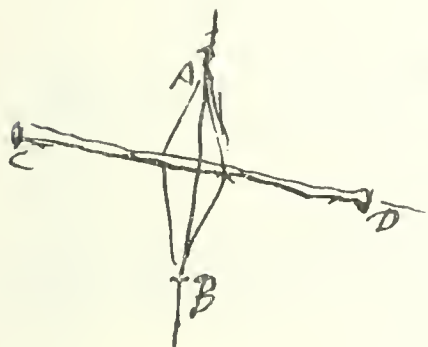
¹⁾ De même que l'article de janvier 1680 du Journal des Sçavans avait été reproduit dans le même Tome des Registres aux p. 35 et suiv. comme nous l'avons dit dans la Pièce V.

IX¹⁾.

AUTRE COMMENCEMENT DE LA DEMONSTRATION.

Il est clair que autant que le niveau baïsse au dessous de la ligne horizontale étant suspendu par le point A [Fig. 24], autant hausse-t-il au dessus de la mesme horizontale étant suspendu par le point B, si la mesme ligne AB est *la ligne de direction* — en

[Fig. 24]



marge: je ne scay si je me suis servi de ce nom²⁾ — vers le centre de la terre dans l'une et l'autre suspension, scavoir quand le bout de l'objectif demeure tousjours tourné du mesme costé.

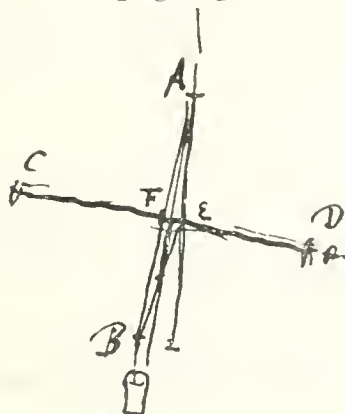
Mais la ligne AB sera dans les deux suspensions la ligne de direction si le centre de gravité de la lunette se rencontre dans cette ligne puis que la ligne de direction doit passer par le centre de gravité du corps suspendu.

Partant si l'on trouve alors que dans les 2 suspensions le fil ou visière du niveau donne au mesme point de quelque objet, l'on sera assuré que ce point est dans le plan horizontal de la lunette.

Or par la premiere rectification on fait en sorte que le centre de gravité de la lunette soit dans la ligne AB. Car quand cela n'est point et que ce centre de gravité par exemple se trouve hors de la ligne AB en E [Fig. 25], et que par conséquent la ligne de direction est AE, il arrive necessairement qu'en adjoutant du poids en B le bout de la lunette D doit hausser, parce qu'on adjoute du poids d'un costé de la ligne AE, et rien de l'autre.

Mais si le centre de gravité de la lunette se trouve dans la ligne AB comme en F, et que par conséquent

[Fig. 25]



¹⁾ Chartæ astronomicæ, f. 240 r.

²⁾ Huygens s'était en effet servi de ce terme: voyez la l. 17 de la p. 274 de notre T. VIII.

la ligne AB tende au centre de la terre, alors en adjoutant du poids en B, il est manifeste que la situation de la lunette et de toute la croix doit demeurer immobile. De sorte que c'est une marque certaine, si apres avoir adjouté le poids en B l'on s'apperoit que la lunette ne visé plus au mesme point qu'auparavant, il faut que son centre de gravité ne soit point dans la ligne AB qui joint les points de fuspension. Et si elle hausse c'est signe que ce centre de gravité est trop vers l'objectif, comme icy en E, et alors on retire vers l'oeil l'anneau qui coule sur la lunette, pour faire que le centre de gravité se range au point F (autre leçon: recule vers le point F). Et quand la lunette baisse apres l'apposition du poids en B on pousse par la mesme raison l'anneau coulant un peu vers le verre objectif.

Et afin qu'on ne doute point ³⁾ &c. quæ ibi sequuntur.

³⁾ Début de la partie de la „Demonstration de la justesse du Niveau” qui commence au dernier alinéa de la p. 274 du T. VIII.

APPENDICE I¹⁾

À HUYGENS À L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES, LE NIVEAU.

1682.

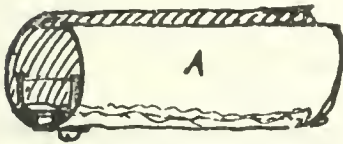
POUR CONSTRUIRE MON NIVEAU A LUNETTE QUI EST DANS LE JOURNAL DES SCAVANTS,
PLUS SIMPLEMENT, A MEILLEUR MARCHÈ, ET MOINS SUJET
A ESTRE ESBRANSLÈ PAR LE VENT.

8 fevrier 1682.

C'est pour son frère Lodewijk, le „Droffart” ou „Grand Bailly de Gorcum et du païs d'Arckel”, que Huygens corrigea le niveau de cette maniere ²⁾. Lodewijk pouvait s'en servir „a la visite des digues”.

Il ne faut qu'un tuyau de lunette de fer blanc, par tout de mesme grosseur, et y faire tenir le verre objectif et le convexe oculaire a l'accoustumée. Sinon que l'oculaire doit estre assez pres du bout a fin que l'oeil ne touche pas a la lunette quand il est au foier de l'oculaire. Et pour le petit tuyau en dedans A [Fig. 26] qui porte le

[Fig. 26]



filet qui sert de visiere, il faut le faire ouvert par en haut dans toute sa longueur, parce que de cette façon il est aisé de le faire glisser doucement dans la lunette, et parce qu'on y attachera encore commodement le ressort qui porte le fil, et la petite piece de cuivre ou entre la vis a teste plate, pour hausser et baisser le filet. Le petit tuyau coulant B [Fig. 27] qui est par dessus le tuyau de la lunette,

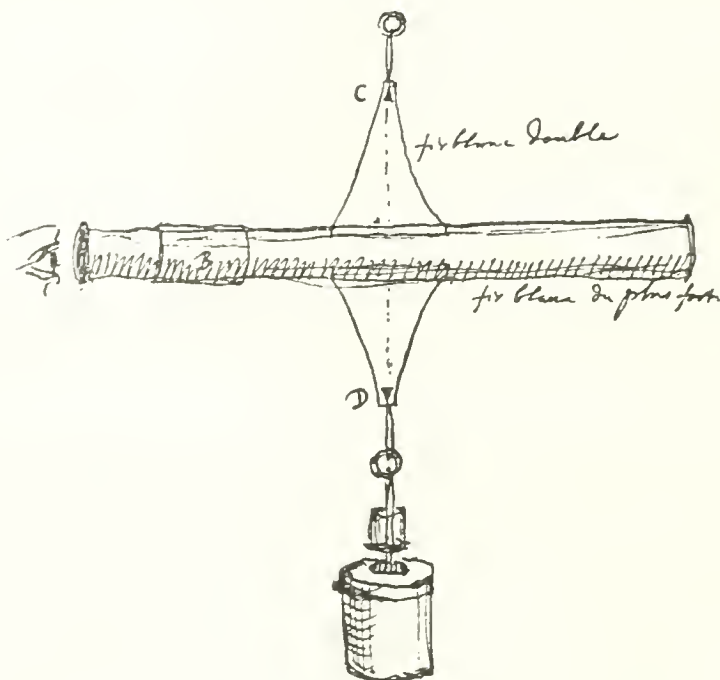
¹⁾ Nous publions la présente Pièce comme Appendice puisque Huygens quitta Paris en 1681 et qu'elle ne fait donc plus partie de ses travaux à l'Académie. La Pièce est empruntée aux p. 101—102 du Manuscrit F. Les p. 236—238 du même Manuscrit, datant de 1686, contiennent encore plusieurs figures du niveau corrigé ultérieurement. Mais Huygens biffa le texte qui occupe la p. 237 en observant en marge que Tout ne vaut rien pour une raison qu'il indique.

En décembre 1686 Huygens nota aussi sur quelques remarques „a ajouter a la fin de la demonstration du niveau” (*Chartæ astronomicæ*, f. 157 et 175): Je ne vois pas qu'il en soit besoin. C'est pourquoi nous ne les reproduisons pas.

doit aussi estre fendu dans sa longueur pour glisser uniment. Aux pointes C et D il ne faut que des trous triangulaires, dont l'angle vers l'extrémité soit bien pointu. On y passera un fil double de soye qui passe aussi par le petit anneau de suspension.

Le tuyau doit estre noirci en dedans avec de la fumée de poix ou d'une torche allumée.

[Fig. 27]



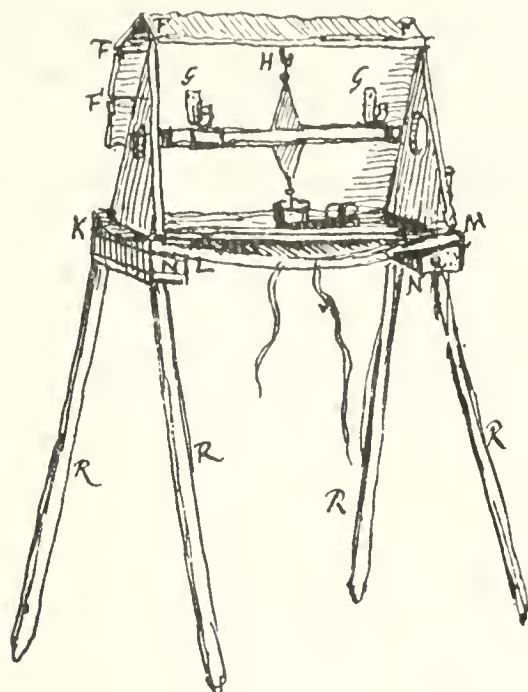
On lit dans la figure: fer blanc double. fer blanc du plus fort.

Pour la boîte [sic], au lieu de la croix il ne faut que la faire en forme de prisine triangulaire; qui soit un peu plus longue que la lunette, et assez haute pour contenir la lunette suspendue avec son plomb et la boîte ou est le syrop [Fig. 28]. L'un des costez de cette boîte sera fermée d'un couvercle brisé FF, fait de plusieurs planchettes collées ou clouées à une toile; ce qui sera moins embarrassant que si c'estoit une planche entière. Dans cette boîte il y a au haut simplement un crochet H pour y suspendre la lunette. Et un peu plus bas il y a deux autres crochets GG pour y pou-

²⁾ T. VIII, p. 390, lettre du 13 septembre 1682. Voyez aussi la lettre de 1680 à la p. 276 du même Tome.

voir mettre la lunette quand on transporte la boete. lesquels crochets seront faits en forte qu'ils fassent un peu ressort pour ferrer la lunette et la tenir ferme. Le pied sera fait d'une planche KLM un peu plus longue et plus large que la boete et un peu creusée tant dans sa longueur que dans sa largeur; ce qui servira a dresser la boete en tout sens.

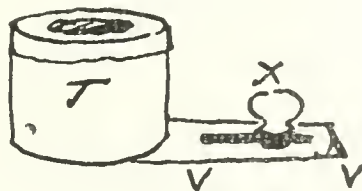
[Fig. 28]



Il y aura aux deux bouts de la planche des morceaux NN assez espais ou il y aura des trous pour ij enfoncer les pieds RR qu'il faut assez escarter pour tenir la machine ferme. Ce pied et la boete seront beaucoup plus fermes que comme ils estoient dans l'ancienne description, ce qui est de grande importance.

La boete du sirop T [Fig. 29] aura une platine de fer blanc attachée au fond, qui ait une fente, par la quelle passera une vis a teste large. la quelle estant serrée attachera cette boete au fond de la boete de bois. Et elle pourra par ce moyen estre facilement ajustée directement sous le milieu de la lunette.

[Fig. 29]



Il faut faire la boete T avec un couvercle que l'on puisse oster. Elle n'a que faire d'estre pleine de sirop mais seulement jusqu'à la moitié. Cela fera et l'espeſſeur du sirop qu'il n'y aura point de danger qu'il en verſe.

La boete triangulaire de bois aura une anse de ruban au haut par ou l'on puisse la porter.

Il y aura auſſi un ruban attaché au bas de la planche du pied, sur la quelle en faiſant voiage l'on attachera les 3 pieds RRR [ou les 4 pieds] tirez hors de leur trous. Ainſi il n'y aura que deux pieces a porter, la boete triangulaire et le pied.

Dans le trou de la boete de bois, du coſtè de l'oeil il ne ſera pas neceſſaire peut eſtre de mettre une fourchette pour empescher le mouvement de la lunette; parce qu'on pourra ouvrir ce trou en long de la largeur qu'il faut, pour cet effect.

L'uſage et la demonſtration de ce niveau ſe voient dans ledit Journal des Scavants de l'an 1680 comme je crois ³⁾).

³⁾ Pièces V et VIII qui précèdent.

APPENDICE II

À HUYGENS À L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES, LE NIVEAU. LE NIVEAU DE 1661 DE THEVENOT.

[1692] ¹⁾.

Il a été question de ce niveau, mentionné par Auzout, à la p. 32 qui précède ²⁾. Aujourd'hui la „libella” de Thevenot est fréquemment employée, en connexion avec une lunette, dans les niveaux ou appareils servant au nivellement. Huygens et ses contemporains ne s'en servaient apparemment que pour obtenir ou contrôler la position horizontale d'un plan ³⁾.

Ayant été amené par une de ses constructions pratiques de la „traëctoria [traëtrice] ou quadratrice de l'hyperbole” à postuler un plan exactement horizontal — voyez sur ce sujet les notes des p. 410—412 de notre T. X —, Huygens propose d'abord un *quadrum lapideum* reposant sur trois vis qu'on amène à être perpendiculaire à un fil à plomb, mais ensuite il dit *longum nimis effect hac libella uti, et sufficit inò melior est Thevenotiana* ⁴⁾ *quæ tubulo vitreo aqua*

¹⁾ La Pièce qui suit est empruntée aux p. 128—130 du Manuscrit H. Les p. 117 et 155 portent respectivement les dates du 29 Oct. et du 18 Dec. 1692.

²⁾ Thevenot décrit son niveau pour la première fois dans une lettre à Viviani du 15 novembre 1661, et aussi dans une lettre à Huygens probablement antérieure (voyez la p. 407 de notre T. III, ainsi que les p. 18—19 de notre T. IV); ensuite dans un ouvrage anonyme publié en 1666 à Paris sous le titre: „Machine nouvelle pour la conduite des eaux, pour les bâtimens, pour la navigation et pour la plupart des autres arts”.

³⁾ Le père Constantyn mentionne un niveau à goutte de mercure à propos de son billard (T. VIII, p. 258—259). Christiaan H., lui, se sert le plus souvent d'une bille pour contrôler la position horizontale d'un plan, évidemment dans les cas où la bille peut facilement rouler sur le plan considéré: voyez p. e. la Fig. 36 à la p. 540 du T. XVIII.

⁴⁾ Comparez l'ouvrage de J. A. Repsold, déjà cité, sur l'histoire des instruments astronomiques (tome I, p. 53): „Die 1661 von Thévenot in Paris gemachte Erfindung der geschlossenen Röhren-libelle, die bald dem alten Lothfaden Concurrenz machen sollte . . .”.

E. Gerland dans sa „Geschichte der Physik” de 1913 (R. Oldenbourg, München u. Berlin) dit à bon droit (p. 556) — voyez la suite du présent texte — qu'il est fort compréhensible que l'invention de Thévenot n'eut au commencement pas beaucoup de succès: „Wollte [Thevenot] doch, wie er ausdrücklich . . . bemerkt, ein Rohr nehmen, dass im Innern genau zylindrisch war. Da ein solches überempfindlich ist, so war es für den Zweck, dem es dienen sollte, schlechterdings unbrauchbar”. L'auteur, ne connaissant pas les présentes pages du Manuscrit H, ajoute: „Was Huygens darüber dachte, ist uns leider nicht aufbewahrt”.

fere pleno constat, ita ut bulla aeris remaneat longitudine quartæ partis circiter. Puis il écrit:

Pour se bien fervir du niveau de M^r. Thevenot [Fig. 30] à mettre une surface plane parallele a l'horizon, à quoy il est d'un excellent usage, il faut l'enfermer premierement dans une boete de cuivre, que je fais toute d'une piece plate ABCC [Fig. 31]. Sur AB je couche le petit tuyau du niveau, les avances CC estant pliees en haut

[Fig. 30]

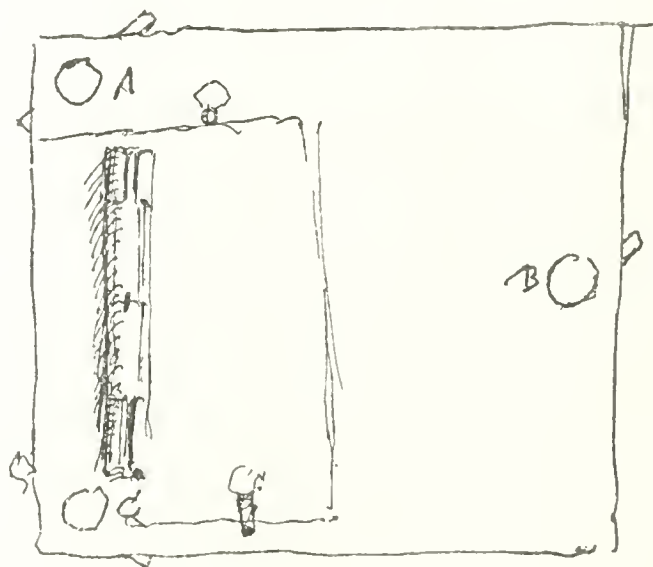
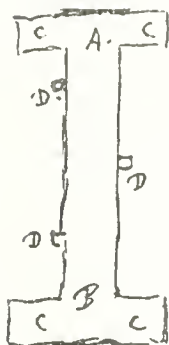


et recourbees chacune vers son opposée, en sorte qu'il faille quelque force pour y faire entrer le tuyau. Les petites avances D doivent estre courbees vers le bas, pour fervir de 3 petits pieds à cet essuy du niveau, ce qui fert a l'ajuster avec facilité, en cette maniere.

En marge: NB. Il ne faut pas que le tuyau du niveau soit aucunement contraint dans son emboetement de cuivre, parce qu'y aiant esté du temps il se casse, comme j'en ay eu l'experience.

[Fig. 32]

[Fig. 31]



ABC [Fig. 32] est une tablette quarrée. Si c'est le plan mesme qu'on veut dresser a niveau, elle doit estre parfaitement droite, et est meilleure de marbre ou autre pierre, que de bois. Si c'est pour attacher un autre plan ou glace de miroir dessus avec

des goupilles à teste, elle peut n'estre que de bois d'un pouce d'épaisseur si elle a un pied en quarré. Sous les endroits A, B, C qui sont disposez en triangle il y a des vis qui soutiennent la planchette ayant environ 3 pouces de haut, et que l'on peut tourner par des petits batons qui les traversent horizontalement. Elles entrent dans les ecroux qui sont dans la planchette, et ainsi estant tournees font hausser ou baisser la planche de leur costé. Il est bon qu'elles soient un peu pointues par dessous, pour se tenir plus ferme sur la table, ou elles appuieront qui doit estre ferme.

On ne trouve point de ces niveaux parfaitement droits, mais cela n'importe guere.

Il faut tourner le costé qu'on pourra juger tant soit peu convexe, en l'appliquant [c. à. d. en lui appliquant] la glace d'un miroir, il faut dis je le tourner en dessus la boete de cuivre, ce qui fera une convexité au dedans du tuyau d'un tres grand cercle, different peu d'une ligne droite [ce qui manque au niveau original de Thevenot, c'est précisément qu'il ne parle que d'un tuyau cylindrique: c'est le „costé tant soit peu convexe” qu'il fallait y introduire à dessein].

Pour ajuster le niveau et mettre en mesme temps vostre plan horizontalement. placez en premier lieu la longueur du tuyau dans le sens de AC, et l'appuiant sur le plan apres avoir fait venir auparavant la bulle a une certaine marque que vous aurez faite au milieu, voyez apres l'avoir posé, de quel costé monte la bulle d'air. tournez apres le devant derriere et faisant derechef venir la bulle a la marque voyez si la bulle monte du mesme costé de la planche, et si elle va aussi viste que la premiere fois, ou plus ou moins. Si elle va plus viste, limez un peu du petit pied de la boete qui est du costé vers le quel elle tire. *car c'est un signe certain que la ligne est trop haute de ce costé pour qu'elle soit parallele a la tangente de la convexité du cylindre à l'endroit ou vous aurez mis la marque.* Limez en tant peu a peu, jusques a ce qu'en tournant le tuyau devant derriere, vous remarquiez que la bulle tire a peu pres avec mesme vitesse vers le mesme costé de la planche. puis baissez ce costé de la planche en enfonçant d'avantage la vis qui est dessous. Que si tout d'abord apres avoir tourné la boete, la bulle tire de l'autre costé de la planche, il faut limer le petit pied vers le quel la bulle a marché toutes les 2 fois jusqu'à ce qu'elle tire du mesme costé de la planche dans les deux sens et a peu pres egalemeut viste, et alors comme devant baissez ce costé de la planche par la vis, car il est certain qu'elle hausse de ce costé. Apres recommencez tout de nouveau comme vous avez fait, en limant le petit pied et baissant la planche selon les remarques precedentes. Et en continuant ainsi vous parviendrez bien tost à voir demeurer la bulle à la marque lors que vous l'y aurez mise devant que d'appuyer la boete. Et alors vostre niveau est ajusté, c'est à dire sa convexité à l'endroit de la marque aura sa tangente parallele a la ligne de ses pieds les plus distants. Ce qu'estant trouvé ainsi une fois, le niveau servira à mettre et a remettre en un moment vostre plan de niveau.

Car prenons qu'elle ⁵⁾ ne fust nullement de niveau. Premièrement vous mettrez

⁵⁾ La tablette ou le plan.

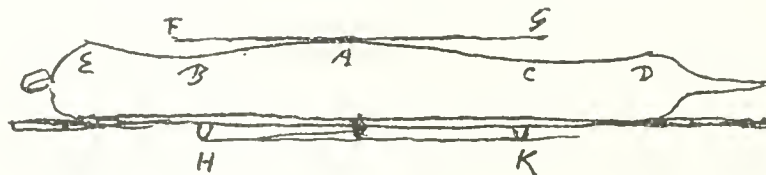
la boete dans le sens de AC, ou font les 2 vis. Et tournerez l'une des vis sous A ou C, jusqu'à ce que la bulle se mette a la marque du milieu, ou qu'elle s'y tiene quand vous l'y mettez devant qu'appuyer la boete, ce qui se fait en un moment. Puis tournez la boete selon la perpendiculaire a cette ligne AC, et en tournant la vis sous B, faites derechef tenir la bulle à la marque. Apres cela vous estes sur que vostre plan est de niveau.

Si vous vouliez commencer a dreser le plan premierement en ce sens de la perpendiculaire à AC, vous ne feriez rien; car il ne demeureroit pas ainsi en le dresant ensuite dans le sens AC. C'est à quoy il faut bien songer.

Je trouve ce niveau tres sensible, et sur tout quand la bulle est un peu grande comme a occuper le quart ou le tiers du tuyau.

On trouve souvent [Fig. 33] que la convexité du dedans comme BAC, à la tangente de la quelle FG on a rendu la ligne des pieds HK parallele, n'occupe pas toute

[Fig. 33]



la longueur du tuyau, mais que vers les bouts il y a des concavitez que j'ay marquez icy visiblement. Ce qui fait que si en appuyant la boete sur le plan, la bulle se trouve vers C ou B, elle s'en va aussi facilement vers D ou E que vers A, où on a fait la marque, et qu'elle y demeure. C'est pourquoy il est necessaire, quand on emploie un tel tuyau, de mettre tousjours la bulle pres de A, immediatement devant que d'appuyer la boete, ainsi que j'ay dit cydevant qu'il falloit faire.

On pourroit dreser les tuyaux, ou les moitez en dedans comme j'ay dit cy dessus. Mais il y a bien des façons et on ne verroit presque jamais la bulle reduite à se tenir à la marque ⁶⁾.

⁶⁾ A la p. 125 du Manuscrit Huygens avait dit à propos du niveau de Thevenot (la figure de cette page n'indique aucune convexité): On peut le perfectionner en prenant un peu moins du tour du tuyau cylindrique que la moitié et le travaillant sur un cylindre de cuivre, a fin de le bien dreser en dedans puis on peut seulement cimenter ce demicylindre sur une boete de sa longueur et largeur, ou bien au morceau de verre qu'on avoit coupé si on peut couper le cylindre egaleement avec un charbon allumé, le long d'une regle, puis il faut l'enchaîsser dans une boete de cuivre parfaitement platte en dessous.

PROJET DE 1680—1681, PARTIELLEMENT
EXÉCUTÉ À PARIS, D'UN PLANÉTAIRE
TENANT COMPTE DE LA VARIATION DES
VITESSES DES PLANÈTES DANS LEURS
ORBITES SUPPOSÉES ELLIPTIQUES OU
CIRCULAIRES, ET CONSIDÉRATION
DE DIVERSES HYPOTHÈSES SUR
CETTE VARIATION.



Avertissement.

Le planétaire que Huygens fit construire à la Haye en 1682 a été conservé jusqu'à nos jours et se trouve actuellement à Leiden au „Nederlandsch Historisch Natuurwetenschappelijk Museum”. La description de ce planétaire, telle qu'elle fut publiée en 1703 dans les „Opuscula postuma” ¹⁾, date de beaucoup plus tard. Il est vrai qu'une description succincte se trouve déjà dans la lettre, non expédiée, du 6 février 1683 à S. Alberghetti ²⁾ dont les termes s'accordent avec une partie de la „Descriptio” des „Opuscula postuma”; mais dans cette lettre Huygens ajoute: „Constitui vero ampliorem automati descriptionem posthac concinnare ac typis edere”.

En renseignant Colbert dans sa lettre du 27 août 1682 ³⁾ sur le planétaire récemment achevé — nous observons en passant que la pièce qui s'y rattache „Avantages de ma machine par dessus celle de Mr. Romer” fait bien voir la concurrence avec l'astronome danois que nous avons constatée aussi dans les Pièces précédentes du présent Tome —, Huygens avait également écrit: „J'ai commencé une autre description plus ample”.

Mais même en 1690 il n'avait pas encore mis son projet à exécution, puisque dans le sommaire de sa lettre à de la Hire du 30 mars de cette année ⁴⁾ nous lisons: „Je

¹⁾ „Christiani Hugenii Descriptio Automati Planetarii”.

²⁾ T. VIII, p. 408—410.

³⁾ T. VIII, p. 376.

⁴⁾ T. IX, p. 400.

prepareray la miene [description] des Planetes ⁵⁾”. Dans le présent Tome nous croyons donc, par respect pour la chronologie, devoir publier cette Pièce beaucoup plus loin.

Entre 1682 et 1690, grâce aux „Principia” de 1687 de Newton, les idées de Huygens sur le mouvement des planètes avaient évolué. Il avait reconnu qu’une force inversement proportionnelle au carré de la distance au soleil peut être censée retenir les planètes dans leurs orbites et qu’il en résulte que c’est bien la variation de la vitesse telle que l’enseignait Kepler, premier auteur de la théorie des ellipses, du moins pour les planètes — car pour les comètes Kepler admettait le mouvement rectiligne ⁶⁾ — qui est la bonne.

En même temps, nous le disons plus amplement dans l’Avertissement au „Discours de la Cause de la Pesanteur” de 1690, les idées de Huygens sur les tourbillons s’étaient modifiées. En 1680—1681, malgré quelques hésitations ⁷⁾, il croyait, pour les planètes circulant autour du soleil, au „vortex deferens” de Descartes ⁸⁾, sans toutefois comprendre — est-il besoin de le dire? — comment ce vortex solaire peut faire tourner les planètes dans des *orbites elliptiques* ou dans des cercles *excentriques* ni pourquoi leurs vitesses varient dans ces orbites ainsi que l’observation le fait voir.

Avant Newton, il n’était certes pas déraisonnable — c’est le cas de Boulliau et de Ward — d’accepter la première loi de Kepler d’après laquelle les planètes se meuvent dans des ellipses dont le soleil occupe un foyer, ainsi que la troisième qui établit la proportionnalité des deuxièmes puissances de leurs périodes avec les troisièmes puissances des grands axes de leurs orbites, mais de douter de la deuxième suivant laquelle pour une planète quelconque les aires, en d’autres termes les secteurs, compris chacun

⁵⁾ De la Chapelle Besse et de la Hire avaient exhorté Huygens, respectivement en février et en mars 1690 (T. IX, p. 262—264), d’envoyer la description à Paris. De la Hire voulait la publier avec les autres pièces inédites qui parurent dans les „Divers ouvrages” de 1693. Mais la description en question ne s’y trouve point, malgré une nouvelle exhortation de de la Hire en janvier 1691 (T. X, p. 6).

⁶⁾ Notre T. XIX, p. 276.

⁷⁾ T. XIX, p. 288, note 1.

⁸⁾ T. XIX, p. 288, l. 2 d’en bas, p. 294, l. 3 d’en bas, p. 296, deuxième alinéa, p. 309, première ligne.

entre un arc d'ellipse et deux rayons vecteurs émanant du soleil, sont précisément proportionnelles aux temps que met la planète à parcourir ces arcs.

Il était également permis — c'est le cas de Huygens, comme nous le ferons voir — , de n'accepter que la troisième loi (voyez sur la troisième loi la p. 36 qui précède) et de douter de la vérité des *deux* premières.

Comme les excentricités des orbites elliptiques — en supposant qu'elles soient vraiment elliptiques — sont petites, Huygens n'avait certes pas de raisons suffisantes pour faire parcourir effectivement des ellipses par les planètes de son planétaire; on n'aurait guère pu les distinguer de circonférences de cercle, et il était donc bien plus simple de s'en tenir à ces dernières. Mais les variations de vitesse, différentes pour chaque planète, ne pouvaient être négligées, et la question se posait s'il fallait faire varier les vitesses, pour autant que le permettait la substitution des circonférences de cercle aux ellipses, suivant la loi de Kepler ou bien suivant une autre. D'ailleurs cette question astronomique des vitesses l'intéressait en elle-même. En février 1682 ⁹⁾ il écrit à de la Hire que „depuis peu” il a „étudié d'avantage en Astronomie que par le passé à l'occasion de la machine planétaire”.

Suivant Boulliau la forme elliptique de l'orbite avait été établie par Kepler pour la planète Mars. Il est d'avis que dans le temps où il écrit la forme elliptique doit être considérée comme également démontrée (ou plus ou moins démontrée), par les observations pour Mercure qui possède la plus grande excentricité ¹⁰⁾. Quant à la variation des vitesses, il substitue à la deuxième loi de Kepler une autre hypothèse qui fut également adoptée à son exemple par Seth Ward et de Pagan. C'est celle-ci, outre la loi ou hypothèse de Kepler, que Huygens considère en premier lieu dans la Pièce qui suit. Il y parle aussi brièvement d'une hypothèse de N. Mercator, et ses calculs font voir, ce qu'il indique d'ailleurs explicitement en quelques mots, qu'il a conçu lui-même une autre hypothèse qu'il dit pouvoir être plus exacte que celle de Kepler. Il est fort

⁹⁾ T. VIII, p. 344. Nous avons déjà cité ce passage à la p. 13 qui précède.

¹⁰⁾ „Ismaelis Bullialdi Astronomia Philolaica. Opus novum, in quo motus Planetarum per novam ac veram Hypothesim demonstrantur. Mediique motus, aliquot observationum autoritate, ex Manuscripto Bibliothecæ Regiæ, quæ hactenus omnibus Astronomis ignotæ fuerunt, stabiliuntur. Superque illa Hypothesi Tabulæ constructæ omnium, quotquot hactenus editæ sunt, facilitimæ . . . Historia ortus et progressus Astronomiæ in Prolegomenis describitur, etc.” (Paris. S. Piget, 1645). Lib. XI, Theor. XIII, „Orbitam Mercurij esse Ellipticam”: „Ex observationum collatione ostendere pariter debemus, Mercurium per ellipsim incedere”. Voyez aussi la note 40 de la p. 129 qui suit.

possible qu'il ait développé cette hypothèse dans quelques feuilles séparées qu'il n'a pas jugé nécessaire de conserver. Nous tâcherons ici d'y suppléer de notre mieux.

Dans la lettre déjà citée à Colbert Huygens dit que „pour l'inégalité” il a „représenté l'hypothèse de Kepler” : il est évident qu'après l'oeuvre de l'astronome allemand aucune hypothèse ne pouvait paraître plausible qui ne conduisait pas à une variation des vitesses différant peu de celle que donne la loi des aires. On ne peut donc pas, nous semble-t-il, conclure de cette phrase qu'en août 1682 Huygens était déjà convaincu de l'exactitude absolue de cette loi dont la sienne ne s'écarte que faiblement. Dans la lettre il n'entre pas dans les détails; il ne fait pas même mention du fait que dans la machine les ellipses de Kepler ont été remplacées par des circonférences de cercle, ce qui, comme nous le ferons voir, contribuait à rendre la différence entre l'hypothèse de Kepler et la sienne imperceptible et pratiquement nulle.

Hypothèse de Kepler. Acceptant la loi des aires, on peut se proposer, à l'instar de Kepler lui-même, d'exprimer par une équation comment varie avec le temps ce qu'on appelle aujourd'hui l'anomalie vraie, c. à. d. l'angle que fait avec le grand axe de l'ellipse le rayon vecteur qui joint à la planète le soleil, situé en un foyer. A cet effet, on peut considérer en même temps l'angle correspondant que fait avec le grand axe un rayon vecteur partant d'un point arbitrairement choisi sur cet axe ¹¹⁾ et joignant ce point à une planète fictive parcourant uniformément dans le même temps que la planète réelle, non pas une ellipse, mais une circonférence de cercle (il s'agit, peut-on dire, d'une aiguille parcourant le cadran d'une horloge); cet angle est l' „anomalie moyenne”. En 1769 J. L. Lagrange est parvenu à exprimer par une série convergente l'anomalie vraie en fonction de l'excentricité ¹²⁾ de l'ellipse et de l'anomalie moyenne ¹³⁾. Au dix-septième siècle il fallait encore procéder „tentando”. En consultant l' „Epitome Astronomiæ Copernicanæ ¹⁴⁾” on voit que Kepler considère trois

¹¹⁾ On peut p.e. choisir pour ce point, avec Kepler, le foyer de l'ellipse que le soleil n'occupe pas; voyez la note 25 de la p. 141 qui suit.

¹²⁾ Nous parlons ici de l'excentricité moderne $\frac{c}{a}$ où a représente le demi grand axe et c la distance d'un foyer au centre de l'ellipse. Plus loin, l'excentricité linéaire c sera simplement appelée „excentricité” comme aux jours de Kepler et de Huygens.

¹³⁾ „Sur le problème de Kepler”, Mém. de l'Ac. de Berlin, T. 25, publié en 1771.

¹⁴⁾ „Epitome Astronomiæ Copernicanæ, usitatâ forma Quæstionum & Responsionum conscripta, inque VII Libros digesta etc.” authore Ioanne Keplero etc. Francofurti, Imp. I. G. Schönwetteri, 1618 et 1635.

anomalies différentes: l' „anomalía media", l' „anomalía eccentrici" et l' „anomalía coequata" ¹⁵⁾. Cette dernière n'est autre que l'anomalie vraie. On peut dire que son „anomalía media" est identique avec l'anomalie moyenne. Il en donne, il est vrai, la définition suivante ¹⁶⁾: „Quid est Anomalía media? Est spaciū temporis, quod planeta consumit in quolibet arcu suæ orbitæ, ab apside incepto, redactum in partes — degrés — & minuta, qualium anomalía tota valet Gr. 360. numerationis logistica vel Astronomica"; mais les termes mêmes de cette définition font prévoir que dans les figures il ne s'agira pas d'un „spaciū temporis" mais d'un angle (ou d'un secteur de cercle): il n'est question de „spaciū temporis" que pour faire voir que cet angle croît uniformément. Quant à l' „anomalía eccentrici" — „anomalía excentri" ou „anomalía excentrica" chez Huygens — c'est l'angle que fait avec le grand axe de l'ellipse un rayon, égal à la moitié de cet axe, émanant *du centre de l'ellipse* et dont l'autre extrémité se trouve à chaque instant avec la planète sur une même perpendiculaire au dit axe. On la désigne encore aujourd'hui par l'expression „anomalie excentrique" quoiqu'il s'agisse à la vérité d'un angle que, pour éviter les confusions, on devrait plutôt nommer centrique.

Cette „anomalía eccentrici" est introduite pour calculer en deux étapes, ce qui semblait ne pas pouvoir être fait directement, l' „anomalía coequata" en fonction (pour employer ce terme) de l' „anomalía media".

La considération de la figure et la loi des aires conduisent aux équations

$$A_m = A_e + \frac{c}{a} \sin A_e$$

$$\operatorname{tg} \frac{A_c}{2} = \sqrt{\frac{a-c}{a+c}} \operatorname{tg} \frac{A_e}{2} \quad ^{17)},$$

où a désigne la moitié du grand axe de l'ellipse, c son excentricité linéaire ¹⁸⁾, A_c , A_e et A_m respectivement l' „anomalía coequata", l' „anomalía excentrica" et l' „ano-

¹⁵⁾ P. 684 (Libri Quinti pars altera, III de mora planetæ in arcu quolibet): „Quot sunt igitur Anomalíæ sumptæ ut pars totius? Tres nuncupantur Anomalíæ in uno quolibet situ planetæ: 1. Anomalía media. 2. Anomalía eccentrici. & 3. Anomalía coequata" [ailleurs: „coequata"].

¹⁶⁾ Même endroit.

¹⁷⁾ Nous supposons les angles mesurés à partir de l'aphélie. En les mesurant à partir du périhélie on peut se servir des mêmes formules après y avoir changé c en $-c$.

¹⁸⁾ Comparez la note 12 de la p. 114.

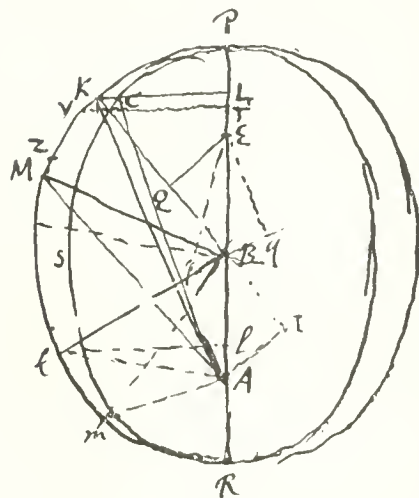
malia media". La première équation est une équation du mouvement; la deuxième n'est autre chose, peut-on dire, que l'équation de l'ellipse pour les deux variables A_e et A_m . C'est la première équation qui ne peut être résolue que „tentando”; mais une fois qu'on a trouvé A_e pour une valeur donnée de A_m on peut directement calculer A_e à l'aide de la deuxième formule.

Dans ces formules nous avons pris l'unité moderne pour les angles, et nous y considérons le sinus et la tangente l'un et l'autre comme un rapport de deux longueurs, non pas simplement, avec Kepler et ses contemporains, comme une longueur. Si l'on voulait exprimer A_m et A_e en degrés, la première formule devrait s'écrire

$$\frac{\pi}{180} A_m = \frac{\pi}{180} A_e + \frac{c}{a} \sin A_e.$$

En 1680, à une des dernières pages du Manuscrit E ¹⁹⁾, Huygens — c'est la première fois, semble-t-il, qu'il s'occupe de ce sujet — se pose le problème mathématique „data anomalia media et coequata invenire anomaliam excentricam”. Il est évident qu'il n'a pas en vue ici l'hypothèse de Kepler d'après laquelle il devrait se

proposer — première équation — de „data anomalia media invenire anomaliam excentricam”, et ensuite — deuxième équation — de „invenire anomaliam coequatam”.



Attendu que plus tard, en 1690 dans le Manuscrit G ²⁰⁾, Huygens a bien rédigé, en acceptant l'hypothèse de Kepler, la solution de la première partie de ce dernier problème, énonce en entier sous la forme: „In Kepleri hypothefi ex anomalia media invenire anomaliam excentricam et coequatam tentando”, nous avons cru devoir intercaler (§ 2) cette page de 1690. Il y dit à bon droit que Kepler est „longior et obscurus”.

L'équation obtenue par Huygens (après Kepler): „Oportet igitur invenire arcum PK talem, ut addita ex parte proportionali sinus

¹⁹⁾ Manuscrit E, p. 252.

²⁰⁾ Manuscrit G, f. 14 r.

lui KL secundum rationem BA ad BK vel BR, hoc est secundum rationem excentricitatis ad dimidium axem, summa fiat æqualis arcui anomaliam mediæ datæ” correspond à l’équation $A_m = A_e + \frac{c}{a} \sin A_e$, puisque les arcs PK et PM se trouvent sur une même circonférence de cercle et sont donc proportionnels aux angles A_e et A_m . Huygens n’écrit pas la deuxième formule de Kepler, mais puisqu’il se proposait aussi de trouver l’ „anomaliam coequatam” on voit que, connaissant A_e , il était apparemment en état de trouver A_c sans beaucoup de peine: en effet, lorsque l’arc PK est connu, la position du point C en découle et partant aussi l’angle CAP qui est l’ „anomaliam coequata” ou anomalie vraie A_c . Le calcul conduit à la formule générale.

Dans les Manuscrits E ²¹⁾ et F ²²⁾, en 1680—1681, Huygens énonçait ²¹⁾ — sans l’avoir démontrée, ce qu’évidemment il aurait pu faire — et résolvait à tâtons ²²⁾ cette même équation $A_m = A_e + \frac{c}{a} \sin A_e$: „Oportet invenire arcum PK qui additus ad . . . etc.” Et à la p. 6 du Manuscrit F il calculait numériquement une „anomaliam excentri” de la planète Mars d’après l’ „anomaliam media” donnée, en citant la p. 696 de l’ „Epitome” de Kepler où il est en effet question de ce même calcul numérique: l’ „anomaliam media” donnée y est de $50^{\circ}9'10''$, d’où résulte l’ „anomaliam excentri” $47^{\circ}42'17''$.

Hypothèse de Boulliau et de Seth Ward. Dans son „Astronomia Philolaica” de 1645, déjà citée plus haut, Boulliau propose sur la variation des vitesses des planètes dans leurs orbites elliptiques, dont le soleil occupe toujours un des foyers, une hypothèse qu’on trouvera énoncée par Huygens dans le § 3 qui suit. Malgré l’ellipticité de l’orbite et le manque d’uniformité du mouvement, Boulliau ne veut pas abandonner entièrement l’idée maîtresse des astronomes grecs n’admettant que les orbites circulaires et le mouvement uniforme. Il croit pouvoir combiner cette idée avec les observations modernes en plaçant l’ellipse sur un certain cône oblique à base circulaire dont une génératrice parcourt la surface conique de telle manière que le point d’intersection de la génératrice avec la base se meut uniformément sur la circonférence de cercle. Un des foyers de l’ellipse se trouve par hypothèse sur l’axe du cône — c’est

²¹⁾ Manuscrit E, p. 263 (dernière page). Les p. 252 et 263 sont les seules dans ce Manuscrit où Huygens s’occupe du problème de la variation des vitesses. Elles se suivraient si Huygens n’avait pas collé quelques feuilles entr’elles.

²²⁾ Manuscrit F, p. 4 et suiv.

ainsi que le cône a été construit —, c. à. d. sur la droite qui joint le sommet au centre de la base. Le mouvement de la planète, suivant l'hypothèse de Boulliau, serait représenté par celui du point d'intersection de la génératrice considérée avec l'ellipse. Boulliau admire Kepler comme géomètre, mais il n'admet pas généralement — et qui voudrait le lui reprocher? — ses „causæ physicae”: „Dolebam virum tam sagacem deserta Geometria ad Physicas causas transfugisse, transitu facto à luce ad tenebras”²³). Mais ceci ne justifie guère son hypothèse à lui qui est à la vérité une hypothèse tout autre mais non pas plus essentiellement géométrique que la deuxième loi de Kepler; et l'on peut parler ici d'une idée préconçue de Boulliau, ce qui n'est pas le cas pour Kepler. Il est vrai qu'il nous est facile aujourd'hui de défendre ce dernier, sachant avec certitude qu'il avait raison. Pour les astronomes du dix-septième siècle, avant Newton, la chose devait être beaucoup moins claire.

En 1653 Seth Ward publia ses observations, en partie critiques, sur le livre de Boulliau²⁴). Il démontre en premier lieu, ce que Huygens reproduit à sa manière dans notre § 3, que l'hypothèse nouvelle peut être énoncée plus brièvement et sans parler du tout du cône oblique: elle revient simplement à ceci que la planète se trouve constamment sur un rayon vecteur partant du deuxième foyer de l'ellipse — le premier étant celui occupé par le soleil — et tournant autour de lui d'un mouvement uniforme. Ward attire ensuite l'attention sur quelques erreurs mathématiques de Boulliau. Ce qui fut également remarqué par Ward et est assurément plus grave c'est que Boulliau, voyant que les valeurs pour la planète Mars, calculées suivant son hypothèse, s'écartaient trop à son avis de celles de Kepler (ou de Tycho Brahé) leur avait tacitement substitué des valeurs tirées des „Tabulæ Rudolphinae” de Kepler lui-même que ses nouvelles tables, les „Tabulæ Philolaicae”, devaient, aux yeux des lecteurs, avoir la prétention de corriger au moyen de la nouvelle hypothèse²⁵).

²³) Prolegomena, p. 4.

²⁴) „In Ismaelis Bullialdi Astronomiæ Philolaicæ Fundamenta, Inquisitio brevis” Authore Setho Wardo Astronomiæ in Celeberrimâ Academia Oxoniensi Professore Saviliano. Oxoniæ. L. Lichfield, 1653.

²⁵) „Histoire de l'astronomie moderne” par M. Delambre, T. II, 1821. p. 169: „Renonçant à sa propre équation pour Mars, il a imprimé celle de Képler, parce que son équation avait des erreurs qui allaient jusqu'à deux [??] minutes. L'erreur était moindre dans les autres planètes, Mercure excepté [voyez la note 39 de la p. 128 qui suit, ainsi que la dernière ligne de la p. 136 et la note 25 de la p. 141]. Il a dissimulé cette erreur; sur quoi l'on peut dire que ce n'était pas la peine d'imaginer une nouvelle hypothèse pour l'abandonner aussitôt, et reprendre dans les Tables de Képler l'équation calculée dans l'hypothèse qu'il rejetait”.

Nous observons que Huygens qui connaissait les Tables de Bouilliau depuis longtemps ²⁶⁾ — consultez notamment la note 9 de la p. 523 du T. XV — disait en 1666 ou 1667 à l'Académie que malgré la construction de ces Tables „l'on trouue qu'en general les Rudolphines sont celles qui approchent le plus du Ciel ²⁷⁾”.

Malgré tout, dans un ouvrage ultérieur de 1656 ²⁸⁾, dédié à Neile, Hevelius, Gassendi († 1655), Riccioli et Boulliau, Ward croit devoir adopter l'hypothèse de ce dernier: „Ellipseos, cum focus alter sit sol, super alterum interim focum, ita temperatur planetæ cujusque motus, ut temporibus æqualibus, æquales illic angulos absolvat ²⁹⁾”.

Avant d'avoir pu prendre connaissance de ce dernier ouvrage, Boulliau avait composé la brochure qui parut en 1657: „Ismaelis Bullialdi Astronomiæ Philolaicæ Fundamenta clarius explicata & asserta adversus Clarissimi Viri Sethi Wardi Oxoniensis Professoris impugnationem ³⁰⁾”. Il y maintient, si l'on veut, son hypothèse, mais en la modifiant ³¹⁾. La planète ne se trouve pas précisément, pense-t-il maintenant, à l'intersection I de l'ellipse et du rayon vecteur tournant uniformément autour du deuxième foyer; pour obtenir la bonne position il faut mener par I une parallèle au petit axe de l'ellipse et joindre au deuxième foyer par une droite *d* le point où cette parallèle coupe l'ellipse. La planète se trouvera au point où l'ellipse est coupée par la droite *d*.

Huygens fait mention au § 3 qui suit de cette nouvelle hypothèse ou „limitatio” de Boulliau. Ce qu'il désigne par hypothèse de Boulliau et de Ward, laquelle il appelle d'ailleurs généralement celle de Ward, c'est toutefois l'hypothèse non modifiée telle qu'elle fut interprétée et adoptée par l'astronome anglais. Mais la discussion entre les deux astronomes peut avoir donné à Huygens la conviction — voyez ses paroles à l'Académie citées plus haut — que si les tables de Kepler n'étaient apparemment pas tout-à-fait correctes — même endroit —, l'hypothèse de Boulliau ne l'était sûrement pas non plus.

²⁶⁾ Au moins depuis 1653; voyez notre T. I.

²⁷⁾ T. XIX, p. 261.

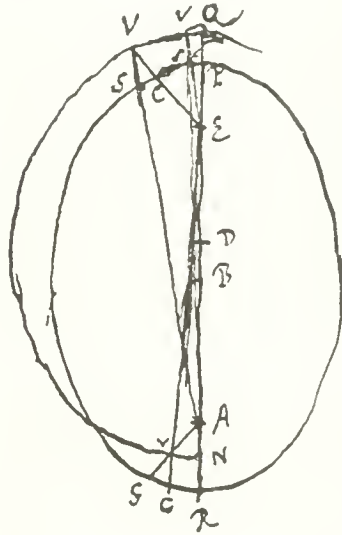
²⁸⁾ „Astronomia Geometrica, ubi methodus proponitur qua Primariorum Planetarum Astronomia sive Elliptica sive Circularis possit Geometricè absolvi, opus astronomis hactenus desideratum”. Authore Setho Wardo, etc. Londini, J. Flesher, 1656.

²⁹⁾ P. 1, Lib. I, pars I, caput I.

³⁰⁾ Paris, S. et G. Cramoisy.

³¹⁾ Ce n'est que dans un „Monitum” ajouté à la fin qu'il parle fort brièvement du nouvel ouvrage de Ward.

Hypothèse de N. Mercator ³²⁾). Ce savant que Huygens appréciait fort comme mathématicien — voyez notre T. XX sur Mercator et les logarithmes — avait débuté dès 1651 par des ouvrages astronomiques dont les premiers parurent en Allemagne. En 1664 il publia une brochure ³³⁾ où il développe lui aussi une nouvelle hypothèse; c'est celle que Huygens examine dans le § 9 qui suit, en citant un ouvrage ultérieur du même auteur ³⁴⁾. L'hypothèse qui n'a pas eu d'influence marquée sur Huygens revient à ceci. Qu'on divise la distance EA, qui sépare les deux foyers de l'ellipse, en moyenne et extrême raison ³⁵⁾ de sorte que $ED : DA = DA : EA$, le soleil se trou-



vant en A. Qu'on décrive ensuite une circonférence de cercle de rayon a (moitié du grand axe) non pas du centre de l'ellipse B, mais du point D. Puisse le rayon vecteur EV (le point V se trouvant sur la circonférence de cercle) tourner uniformément autour du foyer E. La planète sera alors par hypothèse à chaque instant en S, point d'intersection de la droite VA avec l'ellipse. L'angle PEV est son „anomalie media”. Huygens ne considère cette hypothèse que pour calculer le rapport qui en découle des vitesses de la planète aux apsidés (périhélie et aphélie) P et R.

Suivant Kepler (deuxième loi) — et aussi suivant Ward — le rapport de ces deux vitesses est inversement proportionnel aux distances du soleil

r_1 ou $a + c$ et r_2 ou $a - c$. Donc $v_1 : v_2 = \frac{1}{r_1} : \frac{1}{r_2}$. Mais comment concilier la

³²⁾ Ou N. Kaufmann. Né en Allemagne, Kaufmann ne quitta ce pays, pour se fixer en Angleterre, qu'en 1660.

³³⁾ „Nicolai Mercatoris Hypothesis Astronomica Nova et Consensus ejus cum Observationibus”. Londini, ex officina Leybourniana. 1664.

³⁴⁾ Savoir „Nicolai Mercatoris Holsati è societate regiâ Institutionum Astronomicarum libri duo, de motu astrorum communi & proprio, secundum hypotheses veterum et recentiorum præcipuas, deque hypotheseon ex observatis constructione . . . quibus accedit appendix de iis quæ novissimis temporibus cœlitus innotuerunt”, Londini, G. Godbid, 1676.

³⁵⁾ Qu'on y applique, comme le dit Mercator, la „sectio divina”.

valeur de ce rapport avec la théorie du vortex solaire? Suivant la troisième loi de Kepler on a pour deux planètes différentes, dans l'hypothèse d'orbites circulaires, $v_1 : v_2 = \frac{1}{\sqrt{r_1}} : \frac{1}{\sqrt{r_2}}$, et si le tourbillon est un „vortex deferens”, c. à. d. un tourbillon dont la vitesse égale en chaque endroit celle de la planète qu'il charrie, comme l'admet Huygens, cette dernière équation doit être valable pour les vitesses linéaires de la rotation de la subtile matière du vortex lui-même, ce qui est possible, quoique Huygens avoue ne pas savoir quelle est la cause intrinsèque de la diminution des vitesses suivant cette loi ³⁶⁾. Mais s'il en est ainsi, comment expliquer que, dans le cas d'une orbite elliptique, les vitesses de la planète aux apsidés obéissent apparemment à une autre loi?

L'hypothèse de Mercator donne-t-elle peut-être pour le rapport des vitesses aux apsidés une valeur qui se rapproche tant soit peu davantage de la valeur $\frac{1}{\sqrt{r_1}} : \frac{1}{\sqrt{r_2}}$? Le calcul ³⁷⁾ fait voir que le contraire est vrai. Il ne reste à Huygens qu'à exprimer son étonnement: „Mirum in his hypothesibus qui possit materia vorticis conferre motum planetæ perihelio, suo ipsius motu celeriores”.

Hypothèse de Huygens. La p. 4 du Manuscrit F, ainsi que d'autres, est remplie de calculs numériques. On y lit e. a. (d'après la figure il s'agit de l' „anomalía excentrí” et le calcul se rapporte à la planète Mercure pour laquelle le rapport $\frac{c}{a}$ de l'excentricité au demi grand axe est $\frac{2}{100}$.)

	37.37.59	angulus KBP mihi	
	37.46. 0 ³⁸⁾	angulus KBP Keplero.	
Anomalía coequata mihi	31.20. 0	Wardo	30.15.58
Keplero	30.48. 2	Keplero	30.48. 2
mea excedit	0.31.58	Wardi deficit	0.32. 4

Toutes ces valeurs correspondent à une „anomalía media” de 45°.

³⁶⁾ Consultez la note 5 de la p. 483 du T. IX et la lettre de Huygens à Leibniz du 11 juillet 1692 (T. X, p. 297).

³⁷⁾ Voyez la note 27 de la p. 142 qui suit.

³⁸⁾ Faute de calcul, voyez la p. 127 qui suit.

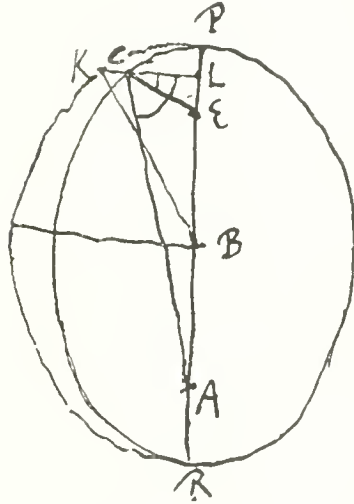
Apparemment Huygens n'est d'accord ni avec Kepler ni avec Ward.

A la p. 5 on lit e.a.

37.46 ³⁸)	arcus PK sec. hyp. Kepleri	37°38' arcus PK mihi
37. 0	arcus PK sec. hyp. Wardi	8' differo a Keplero
46'	differentia arcuum PK	hoc est secundum viam

eam quam in automato fecutus sum.

Le lecteur pourrait être tenté d'admettre que cela ne signifie pas que l'Huygens a en vue une hypothèse théorique différant de celle de Kepler, mais seulement que dans la construction pratique de l'automate il a été obligé de s'écarter un peu de cette dernière. Cette opinion est pourtant insoutenable, puisque sur une feuille collée sur la p. 22 du Manuscrit (§ 14 qui suit) il écrit: „Dico hoc motu planetam inæqualiter ferri in sua orbita ita ut exigit hypothesis nostra, Keplerianæ proximè æquipollens” et encore „Ideoque N locus planetæ debitus medio motui AL, secundum hypothesis nostram”, et qu'à la p. 22 il ajoute, après avoir dit que la différence entre Kepler et lui-même est imperceptible: „Et fortasse nos propiores veritati”.



Il faut donc bien prendre cette divergence au sérieux et examiner en quoi elle consiste.

Or, à la p. 4 déjà citée la valeur 37°37'59" de Huygens de l' „angulus KBP” est obtenue par l'addition des angles 22°30'0" et 15°7'59", dont le premier est la moitié de 45°, c. à. d. de la grandeur qu'a par hypothèse l'angle PEC, où P est l'aphélie, E le foyer que le soleil n'occupe pas et C la planète. L'angle PEC est donc l' „anomaly media” suivant l'hypothèse de Ward. Quant à l'angle 15°7'59", il est la moitié de l'angle 30°15'58" représentant, comme nous l'avons dit plus haut, l' „anomaly coequata” de Ward; dans la figure c'est l'angle PAC.

Il paraît donc que suivant l'hypothèse de Huygens on a

$$(\mathcal{A}_e)_{\text{Huygens}} = \frac{1}{2} \mathcal{A}_m + \frac{1}{2} (\mathcal{A}_e)_{\text{Ward}}$$

Les formules (modernisées) de Kepler étaient

$$\text{KEPLER} \left\{ \begin{array}{l} A_m = A_e + \frac{c}{a} \sin A_e \\ \operatorname{tg} \frac{A_c}{2} = \sqrt{\frac{a-c}{a+c}} \operatorname{tg} \frac{A_e}{2} \end{array} \right.$$

Dans l'hypothèse de Ward ces équations doivent être remplacées par

$$\text{WARD} \left\{ \begin{array}{l} \operatorname{tg} \frac{A_c}{2} = \frac{a-c}{a+c} \operatorname{tg} \frac{A_m}{2} \quad \left(\text{ou mieux } \operatorname{tg} \frac{A_e}{2} = \sqrt{\frac{a-c}{a+c}} \operatorname{tg} \frac{A_m}{2} \right) \\ \operatorname{tg} \frac{A_c}{2} = \sqrt{\frac{a-c}{a+c}} \operatorname{tg} \frac{A_e}{2} \end{array} \right.$$

La première forme de la première équation (équation du mouvement) est démontrée par Huygens au § 5 et exprimée dans les termes: „ut AP ad AR ita tang. $\frac{1}{2}$ CEP ad tang. $\frac{1}{2}$ CAP”. La deuxième équation est la même que chez Kepler puisqu'il s'agit de la même ellipse.

Dans le Manuscrit E, nous l'avons dit à la p. 116, Huygens se posait le problème: „data anomalia media et coequata invenire anomaliam excentricam”. Or, l'équation de Huygens que nous venons d'écrire, résout ce problème fort simplement, bien entendu en prenant pour l' „anomalia coequata” l'angle $(A_c)_{\text{Ward}}$: l' „anomalia excentrica” de Huygens, suivant cette équation, est la moyenne arithmétique des deux autres. On voit que cette équation ne peut être dérivée ni des équations de Kepler, ni de celles de Ward. $(A_e)_{\text{Huygens}}$, pour une même valeur de A_m , diffère de $(A_e)_{\text{Ward}}$ tout aussi bien que de $(A_e)_{\text{Kepler}}$. Voyez encore sur cette différence la note 39 de la p. 128 qui suit.

L'équation de Huygens, combinée avec la première équation de Ward, devient

$$(A_e)_{\text{Huygens}} = \frac{1}{2} (A_c)_{\text{Ward}} + \operatorname{arc} \operatorname{tg} \left[\frac{a+c}{a-c} \operatorname{tg} \frac{(A_c)_{\text{Ward}}}{2} \right]$$

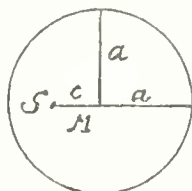
$$\text{ou bien } (A_e)_{\text{Huygens}} = \frac{1}{2} A_m + \operatorname{arc} \operatorname{tg} \left(\frac{a-c}{a+c} \operatorname{tg} \frac{A_m}{2} \right).$$

Quant à l' „anomalia coequata” (31°20'0") on voit à la p. 4 du Manuscrit F que dans un cas spécial elle est obtenue par l'addition de $\frac{1}{2} (A_e)_{\text{Huygens}}$ et de $\operatorname{arc} \operatorname{tg}$

$\left\{ \frac{a-c}{a+c} \operatorname{tg} \left[\frac{(A_e)_{\text{Huygens}}}{2} \right] \right\}$. Les deux équations qui expriment l'hypothèse de Huygens peuvent donc s'écrire

$$\text{HUYGENS} \left\{ \begin{aligned} A_e &= \frac{1}{2} A_m + \arctan \left(\frac{a-c}{a+c} \tan \frac{A_m}{2} \right) \\ A_c &= \frac{1}{2} A_e + \arctan \left(\frac{a-c}{a+c} \tan \frac{A_e}{2} \right) \end{aligned} \right.$$

Comme dans le cas des hypothèses de Kepler et de Ward, la première de ces équations est une équation du mouvement de la planète, tandis que la deuxième est celle de la courbe dans laquelle elle se meut. Or, en introduisant, au lieu des variables



A_c et A_e , des coordonnées cartésiennes, on constatera que cette courbe est une circonférence de cercle de rayon a où le soleil se trouve à une distance c du centre. En d'autres termes: la planète, suivant l'hypothèse de Huygens, parcourt, non pas une ellipse, mais *un cercle excentrique*. A la fin du présent Avertissement, nous faisons quelques remarques historiques à ce propos.

Dans toutes les équations on peut remplacer A_m par $\frac{t}{T} 360^\circ$, où t est le temps et T la période de la planète. L'anomalie excentrique de Huygens s'exprime alors en fonction du temps par $A_e = \frac{t}{T} 360^\circ + \arctan \left[\frac{a-c}{a+c} \tan \left(\frac{t}{T} 360^\circ \right) \right]$ ou, en unités modernes, par $A_e = \frac{2\pi t}{T} + \arctan \left(\frac{a-c}{a+c} \tan \frac{2\pi t}{T} \right)$.

Il en résulte que la vitesse variable v de la planète dans son orbite circulaire s'exprime suivant Huygens par la formule

$$v = a \frac{dA_e}{dt} = \frac{2\pi a^2}{T} \frac{(a+c) \cos^2 \frac{\pi t}{T} + (a-c) \sin^2 \frac{\pi t}{T}}{(a+c)^2 \cos^2 \frac{\pi t}{T} + (a-c)^2 \sin^2 \frac{\pi t}{T}}.$$

Pour le rapport des vitesses aux apsidés (aphélie et périhélie) on a toujours, comme chez Kepler et Ward $v_1 : v_2 = \frac{1}{a+c} : \frac{1}{a-c}$.

Ce n'est donc pas dans le but de corriger tant soit peu l'équation

$v_1 : v_2 = \frac{1}{r_1} : \frac{1}{r_2}$ dans le sens de l'équation $v_1 : v_2 = \frac{1}{r_1} : \frac{1}{r_2}$ que Huygens a conçu son hypothèse.

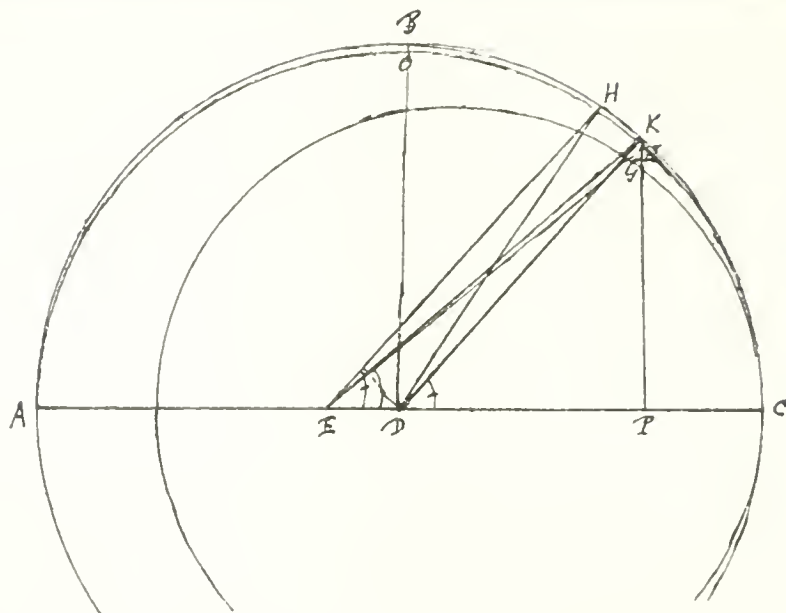
Nous remarquons en passant que les vitesses aux apfides elles-mêmes sont différentes suivant les trois hypothèses. On a

d'après Kepler	d'après Ward	d'après Huygens
$v_1 = \frac{2\pi a}{T} \sqrt{\frac{a-c}{a+c}}$	$v_1 = \frac{2\pi}{T} (a-c)$	$v_1 = \frac{2\pi a}{T} \frac{a}{a+c}$
$v_2 = \frac{2\pi a}{T} \sqrt{\frac{a+c}{a-c}}$	$v_2 = \frac{2\pi}{T} (a+c)$	$v_2 = \frac{2\pi a}{T} \frac{a}{a-c}$

C'est dans les §§ 13 et 14 qui suivent que Huygens explique l'agencement fort ingénieux des roues à dents égales servant à „invenire” — „proxime” du moins — „ex anomalia media coequatam” (mais il est évident qu'on peut aussi, § 17, obtenir un mouvement de vitesse variable en se servant de dents inégales). On trouve aussi un passage sur ce sujet dans la „Descriptio” du planétaire publiée en 1703, mais ce passage ne contient pas toutes les considérations mathématiques du présent texte. La construction a-t-elle suffisamment attiré l'attention des astronomes? Nous en doutons. Tout mathématicien ou astronome qui a jeté les yeux sur la „Descriptio” a dit son mot sur les fractions continues (qui se trouvent au § 16 qui suit et dont pour le moment nous ne traiterons pas). Mais il vaut aussi la peine de constater, comme nous le ferons ici, qu'il est vrai, ainsi que le dit Huygens, que la machine tire de l'„anomalia media” l'„anomalia coequata” à fort peu près suivant les équations de Kepler.

Dans les §§ considérés Huygens donne le nom d'„anomalia coequata” à la grandeur A_c de Kepler, non pas à la sienne. C'est pourquoi nous désignerons ici celle de Kepler simplement par A_c . De même pour A_e .

Nous ne copions pas ici l'explication de Huygens mais nous la suivons de près, la mettant en équations à la façon moderne. Dans la figure, où le soleil se trouve en E et où les droites EH et DK sont parallèles, il démontre que suivant la loi des aires de Kepler — il est vrai que dans le planétaire la planète se trouve en K, point de la circonférence de cercle AKC, et non pas en N, point de l'ellipse; mais il faut avoir égard au fait que le secteur EKC lorsque K se trouve sur la même verticale que N (AC étant horizontale), est toujours à l'aire correspondante ENC dans le même



rapport $\frac{\text{grand axe}}{\text{petit axe}}$, de sorte que la loi des aires est valable aussi pour ces secteurs de cercle — lorsque l'arc HC est l'„anomalie media” donnée, l'arc KC sera *à fort peu près* l'„anomalie excentrique” de Kepler, non pas *exactement* puisque dans la démonstration le triangle rectiligne EHK a été posé égal au triangle curviligne EHK. Le reste du raisonnement est exact.

$$\begin{aligned} \text{On a dans la figure } \frac{a+c}{a-c} &= \frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} \text{HDC}}{\operatorname{tg} \frac{1}{2} (\text{HED} - \text{EHD})} = \frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} \text{HDC}}{\operatorname{tg} (\text{KDC} - \frac{1}{2} \text{HDC})} \\ \frac{a+c}{a-c} &= \frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} A_m}{\operatorname{tg} (A_e - \frac{1}{2} A_m)} \end{aligned}$$

d'où l'on peut tirer $A_e - \frac{1}{2} A_m$. En y ajoutant $\frac{1}{2} A_m$ on trouve donc A_e (l'angle HED ou KDC).

On a de plus

$$\frac{a+c}{a-c} = \frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} \text{KDC}}{\operatorname{tg} \frac{1}{2} (\text{KED} - \text{EKD})} = \frac{\operatorname{tg} \frac{1}{2} A_e}{\operatorname{tg} (\text{KEC} - \frac{1}{2} A_e)}$$

On en tire $\text{KEC} - \frac{1}{2} A_e$, et en y ajoutant $\frac{1}{2} A_e$ on trouve l'angle KEC. Or, l'„anomalie coequata” A_c est telle que

$$\frac{\operatorname{tg} A_c}{\operatorname{tg} \text{KEC}} = \frac{1}{\frac{a^2 - c^2}{a}},$$

de sorte qu'on peut maintenant calculer ou construire A_c .

D'après ces équations on a

$$\operatorname{tg} \mathcal{A}_c = \sqrt{\frac{a^2 - c^2}{a}} \operatorname{tg} \text{KEC}$$

ou bien (1) $\operatorname{tg} \mathcal{A}_c = \sqrt{\frac{a^2 - c^2}{a}} \operatorname{tg} \left[\operatorname{arc} \operatorname{tg} \left(\frac{a - c}{a + c} \operatorname{tg} \frac{\mathcal{A}_e}{2} \right) + \frac{1}{2} \mathcal{A}_e \right] \quad |$

où (2) $\mathcal{A}_e = \frac{1}{2} \mathcal{A}_m + \operatorname{arc} \operatorname{tg} \left(\frac{a - c}{a + c} \operatorname{tg} \frac{\mathcal{A}_m}{2} \right) \quad |$

La formule (1) ne peut être qu'une autre forme de celle de Kepler exprimant \mathcal{A}_c en fonction de \mathcal{A}_e savoir

$$\operatorname{tg} \frac{\mathcal{A}_c}{2} = \sqrt{\frac{a - c}{a + c}} \operatorname{tg} \frac{\mathcal{A}_e}{2}.$$

En développant, on verra que les deux formules sont en effet parfaitement identiques.

Quant à la formule (2), nous avons vu plus haut que d'après la théorie à lui Huygens obtient — ou aurait pu obtenir — l'équation

$$(\mathcal{A}_e)_{\text{Huygens}} = \frac{1}{2} \mathcal{A}_m + \operatorname{arc} \operatorname{tg} \left(\frac{a - c}{a + c} \operatorname{tg} \frac{\mathcal{A}_m}{2} \right).$$

Les deux équations sont absolument identiques. Il paraît donc qu'on a — abstraction faite de la petite inexactitude qui consiste à prendre le triangle rectiligne EHK égal au triangle curviligne EHK —

$$(\mathcal{A}_e)_{\text{Huygens}} = (\mathcal{A}_e)_{\text{Kepler}},$$

ce qui veut dire que dans la figure, ou dans l'automate, la planète de Huygens coïncide toujours à fort peu près avec la planète de Kepler, bien entendu avec la planète de Kepler transportée du point N de l'ellipse au point K de la circonférence de cercle suivant une petite droite NK parallèle au petit axe de l'ellipse. Il semble bien qu'en 1680—1681 Huygens était en droit de penser que la première équation à lui, ou plutôt l'ensemble de ses deux équations, se montrerait „fortasse propior veritati” que celles de Kepler.

Nous croyons encore devoir remarquer que Huygens a fait une faute de calcul à la p. 4 du Manuscrit F (comparez la note 38 de la p. 121) en écrivant que pour $\mathcal{A}_m = 45^\circ$ l'anomalie excentrique aurait pour Kepler la valeur $37^\circ 46'$, car pour $\frac{c}{a} = \frac{21}{100}$ — il s'agit, comme nous avons dit, de la planète Mercure — c'est la valeur $37^\circ 38'$

qui satisfait à l'équation de Kepler $\frac{\pi}{180} 45 = \frac{\pi}{180} A_e + \frac{c}{a} \sin A_e$. Il n'y a donc pas ici, comme il le dit, une différence de 8' entre l'anomalie excentrique de Kepler et la sienne, au contraire les deux valeurs l'accordent exactement ³⁹⁾.

Une note ajoutée par Huygens en 1688 aux pages considérées (§ 12 qui suit) fait voir, ce que nous avons déjà dit au début du présent Avertissement, qu'après l'apparition des „Principia” de Newton il accepta la théorie de ce dernier et abandonna par conséquent toute autre hypothèse que celle de Kepler sur la variation de la vitesse des planètes. Comparez la note de 1689 (§ 7 à la p. 310 du T. XIX) l'appliquant aux comètes où il dit accepter désormais, également avec Newton, l'idée que celles-ci se meuvent, non pas en lignes droites, mais en ellipses (bien entendu, en ellipses possédant, elles, de grandes excentricités) comme les planètes.

Au § 11 Huygens avait exprimé une autre idée, celle que l'orbite d'une planète, de la terre p.e., pourrait ne pas être précisément ni une ellipse ni une circonférence

$$\begin{aligned} 39) \text{ Pour } (A_e)_{\text{Kepler}} = \begin{matrix} 45^\circ \\ 90^\circ \\ 135^\circ \end{matrix} \left\{ \begin{matrix} \text{d'où } A_m = \begin{matrix} 53^\circ 30' 29'' \\ 102^\circ 1' 57'' \\ 143^\circ 30' 29'' \end{matrix} \end{matrix} \right\} \text{ nous trouvons } (A_e)_{\text{Ward}} = \begin{matrix} 44^\circ 19' 34'' \\ 89^\circ 54' 29'' \\ 135^\circ 36' 30'' \end{matrix} \left\{ \right. \\ \text{et } (A_e)_{\text{Huygens}} = \begin{matrix} 44^\circ 58' 20'' \\ 89^\circ 54' 35'' \\ 134^\circ 57' 44'' \end{matrix} \left\{ \right. \end{aligned}$$

De même pour la planète Mars, où $\frac{c}{a} = 0,09265$, pour

$$\begin{aligned} (A_e)_{\text{Kepler}} = \begin{matrix} 45^\circ \\ 90^\circ \\ 135^\circ \end{matrix} \left\{ \begin{matrix} \text{d'où } A_m = \begin{matrix} 48^\circ 45' 13'' \\ 95^\circ 18' 31'' \\ 148^\circ 45' 13'' \end{matrix} \end{matrix} \right\} (A_e)_{\text{Ward}} = \begin{matrix} 44^\circ 52' 26'' \\ 89^\circ 59' 26'' \\ 135^\circ 7' 10'' \end{matrix} \left\{ \right. \\ \text{et } (A_e)_{\text{Huygens}} = \begin{matrix} 44^\circ 59' 50'' \\ 89^\circ 59' 27'' \\ 134^\circ 59' 48'' \end{matrix} \left\{ \right. \end{aligned}$$

de cercle (de l'avis de Boulliau aussi ⁴⁰) la forme elliptique de toutes les orbites n'avait pas encore été démontrée); ceci dans le but — ou plutôt dans le vague espoir — d'obtenir pour les vitesses aux apsidés l'équation désirée $v_1 : v_2 = \frac{1}{\sqrt{r_1}} : \frac{1}{\sqrt{r_2}}$. Il semble du moins qu'il n'avait pas développé cette hypothèse plus longuement.

Nous ne disons rien ici des §§ 17—22 où Huygens traite de détails techniques pratiquement importants sans doute, mais qui ne peuvent, pensons-nous, intéresser la majeure partie de ceux qui s'occupent de l'histoire des sciences autant que des vues théoriques.

Nous ne croyons devoir ajouter quelques mots encore que sur la question de savoir pourquoi Huygens différa durant de longues années la rédaction de la „Descriptio” du planétaire achevée en 1682; et aussi sur l'histoire des orbites circulaires excentriques.

Il nous semble, en considérant des Pièces telles que les „Pensées meslées” — de 1686? — qu'on trouve plus loin dans le présent Tome, que Huygens avait vaguement l'intention — de même qu'il en a été longtemps pour la théorie du mouvement, ainsi que pour la dioptrique et la théorie générale de la lumière qu'il voulait réunir en un tout avec le traité sur les couronnes et les parhélies — de joindre la description de l'automate à un ouvrage astronomique plus grand, et que ce ne fut que plus tard que — désespérant de mener à bonne fin la composition d'œuvres si vastes — il se résolut à écrire séparément l'Addition au discours de la cause de la pesanteur, le Cosinométron, et la Description du planétaire.

⁴⁰) *Astronomia Philolaica*, p. 25 (Lib. I, Cap. XIII), après avoir parlé de la „via Elliptica”: „etsi enim in Marte quodammodo id colligatur, in Venere nusquam potest: in terra quoque non ita planum, hi duo planetae enim tantam orbium Excentricitatem non faciunt, ut sensibilis sit differentia, quæ inter Ellipsim, & circulum contingit, nec in utra harum figurarum moveantur cognoscere possumus ex observationum collatione. In Mercurio maxime sensibilis est Ellipsis, verum iis locis apud nos non videtur, ex quibus rem ita esse certissimè colligamus, neque etiam in Saturno, & Iove negotium de facili confici potest. Rationes vero physicae quas adducit Keplerus solertiam animi produunt, non veritatem patefaciunt”.

Quant aux orbites circulaires excentriques, Huygens avait dans sa jeunesse étudié le système de Copernic — ou plutôt un système se rattachant à celui de Copernic — dans les œuvres de Philippus van Lansbergen ou Lansbergius ⁴¹⁾. Dans les „Theoricæ motuum cœlestium novæ, & genuinæ” de ce dernier ⁴²⁾ l’auteur explique qu’à son avis les trois planètes supérieures, Saturne, Jupiter et Mars décrivent avec une vitesse uniforme autour du soleil des excentriques dont les centres se déplacent uniformément sur certains „circelli”. Pour Vénus et Mercure la théorie „nonnihil differt à Theoria motus trium superiorum Planetarum”. Vénus se meut toujours sur un cercle excentrique, Mercure sur un épicycle dont le centre décrit un excentrique.

En 1653 ⁴³⁾ Huygens fit connaissance avec la „Nederduytsche Astronomia” de cette année de D. Rembrantsz. van Nierop, copernicain et partisan des tourbillons de Descartes ⁴⁴⁾, qui cite aussi e.a. van Lansbergen, ainsi que l’„Astronomia Danica” de Chr. Longomontanus, élève de Tycho Brahé ⁴⁵⁾ et maintenant comme lui la terre au centre du monde, tout en lui donnant le mouvement diurne de rotation que Brahé lui refusait. Pour Longomontanus, comme pour Brahé, les planètes tournent autour du soleil. Dans le „Lib. Sec. Theoricorum, de motibus reliquorum [e.à.d. autres que le soleil et la lune] quinque planetarum restitutis” il n’admet pas les ellipses de Kepler, voulant maintenir, comme Ptolémée et Copernic, „quod motus corporum cœlestium sit æqualis et circularis perpetuus vel è circularibus compositus”, ce qui donne lieu, de même que dans l’Almageste, à des constructions compliquées.

Quant à van Nierop, nous ⁴⁶⁾ avons dit à la p. 517 du T. XV que celui-ci fait tourner les planètes dans des excentriques autour du soleil, tout en reconnaissant que la théorie du mouvement elliptique, telle que l’admet Kepler, est, par opposition à sa propre théorie, „correcte [nous soulignons], mais compliquée et laborieuse”.

⁴¹⁾ Consultez la p. 8 de notre T. I, où sont aussi mentionnées les œuvres de Ptolémée, de Copernic et de Tycho Brahé.

⁴²⁾ Faisant partie, d’après l’index des „Opera Omnia”, de ses „Tabulæ motuum cœlestium perpetuæ” de 1633.

⁴³⁾ T. I, p. 245. On trouve à cette page le titre complet de la deuxième édition, de 1658, de l’ouvrage de Rembrantsz. van Nierop.

⁴⁴⁾ Ils sont représentés à la p. 2 de la „Nederduytsche Astronomia”. Van Nierop avait connu Descartes personnellement.

⁴⁵⁾ Voyez le titre complet de l’„Astronomia Danica” deuxième édition, de 1640. à la p. 497 du T. V. La première édition est de 1622. L’une et l’autre à Amsterdam.

⁴⁶⁾ Ou plutôt, pour parler plus clairement, les rédacteurs du T. XV.

L'auteur du présent Avertissement n'est pas de cet avis. C'est bien dans des excéntriques que, d'un mouvement non-uniforme, van Nierop fait tourner les planètes, et il reconnaît (p. 170—171) que ceci n'est à peu près exact que durant 2000 ou 3000 ans („na genoegh in dese twee of drie 1000 jaer"); c'est pour cela, dit-il, que Kepler fait son culcul etc. („Hierom ist dat I. Keplerus sijn rekeninghe maeckt, etc."). Mais „dit was wel prijselijck / bij soo veel de bewegingh in sels volkomenheydt hadde / ende dan wel juyft bekendt was / 't welck doch geen van beyden is / daerom met recht onnodigh geacht", ce qu'on peut traduire comme suit: „Ceci était certainement louable, pour autant que le mouvement eût possédé en lui-même de la perfection, et qu'il fût parfaitement connu, ce qui pourtant n'est pas, ni l'un ni l'autre, par conséquent à bon droit jugé inutile." A la p. 39 de l'Appendice („Aenhangh") van Nierop dit, après avoir parlé de la théorie de Copernic: „Hier nae I. Keplerus de Planeten in een Ellips of lank-ront gestelt te lopen / waer me dat men oock na genoegh tot het begeerde kan geraken" (Après lui Kepler a posé que les planètes parcourent une ellipse, moyennant quoi on peut aussi parvenir à peu près au but désiré).

Ce n'est donc apparemment pas dans van Nierop que Huygens eût pu puiser la conviction que la théorie de Kepler est de toutes la plus exacte.

Bientôt après 1653 Huygens construisit sa „tabula lignea" ou plutôt ses deux „tabulae lignae" aujourd'hui perdues qui représentaient les orbites planétaires ⁴⁷). On peut, nous semble-t-il, les considérer comme dérivés directement du „Planeetwyser om de plaetsen der planeeten in lengte en brete te vinden", grande figure qui se trouve dans la „Nederduytsche Astronomia", où les planètes, comme nous l'avons dit, parcourent des excéntriques autour du soleil ⁴⁸). Mais il ne s'agissait pas d'une simple copie puisqu'il fut question en avril 1673 d'une publication de ces tables de Huygens: voyez, aux p. 270—276 de notre T. VII, la lettre à un certain Royer, où l'on voit aussi que Huygens avait introduit dans ses „tabulae lignae" des données des Tables Rudolphines de Kepler. Or, comme Huygens ne dit point dans cette lettre que les planètes, ou certaines planètes, décrivent des ellipses, ce qu'il n'aurait

⁴⁷) Huygens fait mention de sa „tabula lignea" déjà en 1657. Voyez la p. 56 du T. XV.

⁴⁸) Le „Planeetwyser" est mentionné par van Nierop dans le titre de la „Nederduytsche Astronomia".

guère pu taire s'il en avait été ainsi, il appert que les „orbites” dont il parle étaient des cercles excentriques, parcourus d'un mouvement non-uniforme. Voyez aussi dans la l. 6 de la 271 du dit T. VII l'expression „chemin orbite ou Eccentrique” et dans la deuxième ligne d'en bas de la p. 273 l'expression „cercles ou orbites”.

C'est ce mouvement non-uniforme, croyons-nous pouvoir ajouter, que Huygens a précisé et mis pour ainsi dire en équation dans son planétaire. On peut remarquer que la construction de la longitude d'une planète des „*tabulæ ligneæ*”, telle que la décrit le troisième alinéa de la p. 271 du T. VII, est identique avec celle de la figure de la p. 126 qui précède. Cette construction se rattache, comme on peut le voir à la p. 143 qui suit, à une construction de Cavalieri dans son „*Directorium generale uranometricum*” de 1632 ⁴⁹⁾ que Huygens connaissait déjà avant 1657 ⁵⁰⁾ et qui a donc peut-être eu une certaine influence sur lui.



⁴⁹⁾ Pars secunda, Cap. IV, p. 148 et suiv. „*Annotatio circa Kepleri anomalias*”.

⁵⁰⁾ Voyez la p. 202 du T. XX.

PROJET DE 1680—1681, PARTIELLEMENT EXÉCUTÉ À PARIS,
D'UN PLANÉTAIRE TENANT COMPTE DE LA VARIATION DES
VITESSES DES PLANÈTES DANS LEURS ORBITES SUPPOSÉES
ELLIPTIQUES OU CIRCULAIRES, ET CONSIDÉRATION DE
DIVERSES HYPOTHÈSES SUR CETTE VARIATION.

§ 1^o). Major diameter ellipsis Mercurij ad minorem ut 1000 ad 978.

„ Martis „ ut 1000 ad 996.

“ Jovis “ ut 10000 ad 9988.

” Saturni ” ut 1000 ad 998.

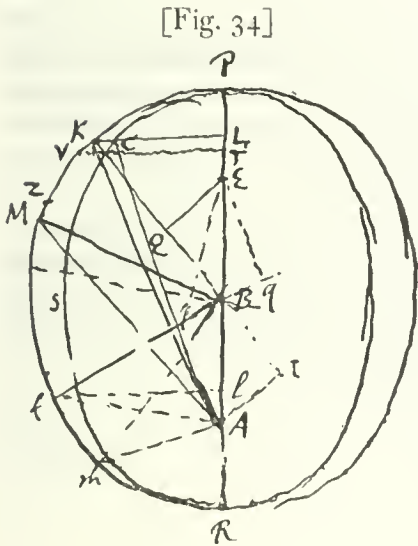
Comparez la première table du § 15 qui suit où figurent aussi la Terre et Vénus.

Les nombres du présent § s'accordent exactement avec les données du § 15 qui suit excepté dans le cas de Saturne: pour cette planète le rapport ici considéré devrait être „ut 10000 ad 9084”

§ 2. Comme nous l'avons dit dans l'Avertissement, nous intercalons ici une page (f. 14 r) du Manuscrit G, datant de septembre 1690.

In Kepleri hypothefi ex anomalia media invenire anomaliam excentri et coequatam tentando (alternis excedet juſtam magnitudinem et ab ea deficiet).

Sit PCS [Fig. 34] Orbita Planetæ Elliptica. B centrum, A focus in quo Sol. Focus alter E. Sit etiam diametro PR circumscriptus ellipsi circulus PMR. In quo arcus PM designet motum seu anomaliam mediam ab aphelio P, puta 60 gr. Quod si jam in ellipsi ita duci possit AC ut area PAC sit ad totam Ellipsin sicut sector PBM ad totum circulum; erit tunc C locus planetæ, et angulus PAR ille quem vocat anomaliam coequatam.



¹) Manuscrit F, p. 5. Voyez sur la date la note 11 de la p. 138.

Quia autem ductâ KCL, in axem PR perpendiculari, eandem rationem habet area PAK ad circulum totum quam area PAC ad ellipfin: Requiritur tantum ut ita ducatur AK, ut area PAK sit aequalis sectori PBM. Tunc arcus PK erit anomaliam Eccentri Kepleriana. Componitur autem area PAK ex sectori PBK et triangulo BAK; quorum quidem sector PBK aequatur $\frac{1}{2} \square^\circ$ ex arcu PK in radium BR, triangulus vero BAK aequatur $\frac{1}{2} \square$ AB, KL sive $\frac{1}{2} \square$ EQ in BK, ducta scilicet ex E foco perpendiculari EQ in BK. Nam ut BK ad KL ita AB seu BE ad EQ. Si igitur EQ esset aequalis arcui KM, jam area PAK aequalis esset sectori PBM, quod quaerebatur. Porro quia ut BK ad AB, ita KL ad EQ; estque proportio data ac constans BK ad AB; erit et EQ semper pars eadem sinus KL. Oportet igitur invenire arcum PK talem, ut addita ex parte proportionali sinus sui KL, secundum rationem BA ad BK vel BR, hoc est secundum rationem excentricitatis ad dimidium axem, summa fiat aequalis arcui anomaliam mediae datae.

Hoc autem sit tentando. Et si nimius adsumtus fuit arcus PK, auferendo ab eo inventum excessum, vel si nimis parvus fuit adsumtus, addendo defectum. Statim enim admodum prope ad verum devenitur, quia in planetis omnibus excentricitas exigua est ratione semiaxis. Nam si exempli gratia arcus PK aequo minor fuerit inventus, defectu ZM, eumque in secunda positione addam arcui PK ponendo KV \propto ZM, ut sit jam arcus PV, jam quidem hic, una cum parte proportionali, qualem diximus, sinus KL, aequalis erit arcui PM; sed idem arcus PV una cum parte proportionali sinus sui VT, paulum excedet arcum PM, quanto scilicet pars ista proportionalis sinus VT superat partem proportionalem sinus KL quod exiguum est. Et si rursus excessus hic exiguus auferatur ab arcu PV, devenietur ad differentiolam deficientem multo minorem. Decrescent enim hae defectuum et excessuum differentiolae fere secundum rationem compositam ex KB ad BL et KB seu RB ad BA. Est autem BA pars exigua BR in omnibus Planetarum orbibus.

Aliter possumus sinum KL ducere in BA, et productum, hoc est, duplum trianguli KBA, dividere per BK, unde facta AI debet aequari arcui KM. reductis nempe gradibus secundum dimensionem circumferentiae, atque hoc eodem redit quo praecedens methodus. quoque etiam Kepleriana pag. 696 Epit. astron. ²⁾ Sed ille longior et obscurus, nec explicat causam approximationis.

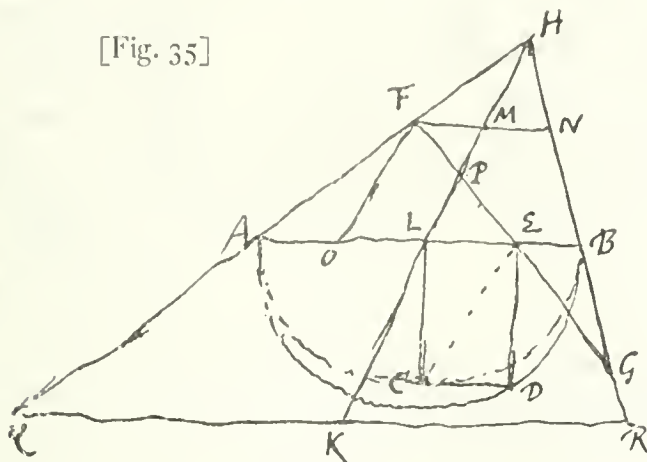
²⁾ „Epitome Astronomiae Copernicanae, Vsitata forma Quaestionum & Responsionum conscripta, inque VII. Libros digesta. Etc.“. Authore Ioanne Keplero etc. Francofurti, Imp. I. G. Schönwetteri MDCXXXV. C'est en effet à la p. 696 où se termine le chapitre du Lib. V „De angulo ad solem. Doce computare anomaliam coaequantam seu angulum ad solem“, que l'on trouve une figure semblable à celle de la présente Pièce et les calculs correspondants.

§ 3³⁾.DE HYPOTHESI BULLIALDI⁴⁾.

Conum scalenum invenire et in eo sectionem datæ ellipsi similem et æqualem, cujus locorum alter sit in coni diametro.

Sit Ellipsis ACB, cujus axis AB, minor diameter LC [Fig. 35]. Sit ADB femicir-

[Fig. 35]



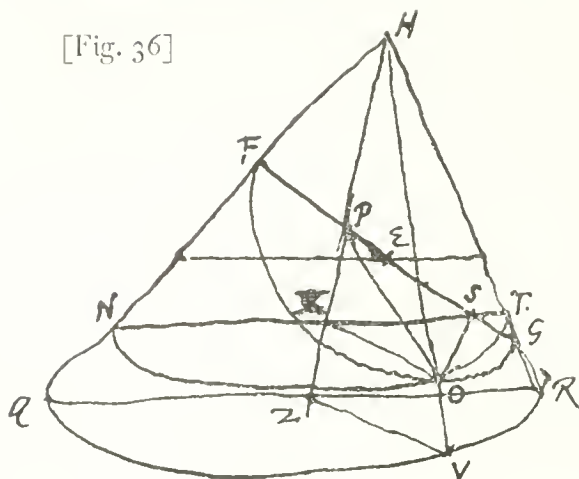
culus. CD parallela AB. DE parallela CL. Secet FEG rectam AB, quocumque angulo inclinata. Sintque EF, EG singulæ æquales AL vel LB. Et ducantur AF, GB, concurrentes in H. Sitque QR parallela AB. Erit jam conus quæsitus QHIR, cujus axis HLK, sectionis ellipticæ diameter major FG, focorum alter P ubi HK secat FG. Ipsaque ellipsis similis et æqualis datæ ACB.

Ducatur enim FN parallela AB, et secans HK in M. item FO parallela HK. Quia ergo FG bifariam secata est in E, erit EB æqualis $\frac{1}{2}$ FN, hoc est ipsi FM, hoc est OL. Quare addita communi LE, erit OE æqualis LB sive EF. unde et PF æqualis OL sive EB. Est autem rectangulum AEB hoc est qu. ED æquale quadrato minoris axis ellipsos FG. ideoque minor hic axis æqualis ED sive LC. Sed et axis FG æqualis ex constructione axi AB. Ergo ellipsis FG similis et æqualis ellipsi ACB. Sed E est focus ellipsi ACB quia CE æqualis LD sive LB. Ergo cum FP sit æqualis EB erit et P focus ellipsi FG.

³⁾ Manuscrit F, p. 9 et 10.

⁴⁾ Voyez l'Avertissement sur les ouvrages de Boulliau et de Seth Ward se rapportant à cette hypothèse.

[Fig. 36]



Collocata elliptica planetæ orbita FG in cono uti dictum. hypothesi Bullialdi est moveri planetam per lineam ellipticam FOG [Fig. 36], hoc modo ut semper sit in recta quæ altera extremitate manet in cono vertice H, altera æquabili motu circumducitur per circumferentiam basis QR. Unde si planeta sit in puncto aliquo orbitæ ellipticæ O ducta ex vertice ad basin recta HOV, angulus QZV erit angulus anomalie mediæ.

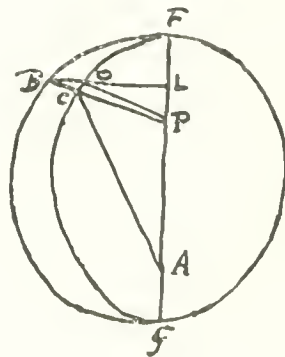
Demonstrat autem Wardus, ducta PO ex foco ellipsis qui est in axe HZ, angulum FPO æquari angulo QZV, ideoque hypothesin Bullialdi eandem esse atque illam quæ æquabilem planetæ motum tribuit circa ellipticæ orbitæ focorum alterum, dum alter focus ponitur locus solis.

En marge: Demonstratio Wardi. Sit OS perpend. in NT, et NOT sectio cono basi parallela secans axem HZ in X, et jungatur OX. Erit eadem OS perpend. in FG, quia est perpend. in planum per axem QRH. In triangulis igitur rectangulis PSO, XSO æquales sunt PS ipsi XS per præced. et SO communis, unde angulus OPS æqualis OXS, ac proinde FPO æqu. NXO five QZV.

Cum hæc sit Bullialdi hypothesi, nescio cur Mercator dicat ⁵⁾ *Bullialdum limitationem quandam addidisse quæ est hujusmodi.* (En marge: Limitationem hanc inveni in responsione Bullialdi ad ea quæ S. Wardus objecerat.) Sit angulus FPO [Fig. 37] anomalia mediæ, LOB perpend. axi FG, quæ secet circumferentiam FBG in B, unde ducta BP ad focum P, secet ellipticam planetæ orbitam in C. Erit, ex limitatione ista, planeta in C, qui alioqui futurus erat in O.

Dicit autem Bullialdus effecisse ut calculus suus satisfaceret observatis, hypothesin vero, quam Bullialdi veram esse ostendimus, à coelo aberrare sæpius affirmat, atque in Marte quidem ad gradus semissem ferè.

[Fig. 37]



⁵⁾ Voyez la note 25 de la p. 141 qui suit.

§ 4⁶). BP radius 100000 [Fig. 38 et 39]. BA vel BE excentricitas 9265 in Marte.

1745,33 gradus i in parti-
bus 7).

Anomaliae mediae 90° . convenit anomalia eccentrici PK gr. $84^\circ 43'$ secundum hypothesein Kepleri. At secundum hypothesein Wardi PK est $84^\circ 41'$ cadente perpendiculari KL in E focus, quia angulus PEK anomaliae mediae secundum hanc hypothesein est 90° ⁸⁾).

Voyez l'Avertissement qui précède sur les équations qui expriment les hypothèses de Kepler et de Ward.

Sit rursus anomalia media

data 45° . quæritur [selon l'hypothèse de Kepler] arcus PK anomalïæ excentri. Oportet invenire arcum PK qui additus ad rectam quæ sit ad sinum KI, ut AB ad BR, faciat summam æqualem arcui 45 gr. ⁹⁾.

Sit PK 40 gr.

BR ——— BA ——— $\sin 40^\circ$ ———
100000 ——— 9265 ——— 64279 ——— 5956¹⁰⁾

1745,33 unus gr.

40

69813, 2

5956

2771

1745,33 unus gr.

75769

1745 1 gr.

45°

78539,85

78540

1026

2771

1745,33

+

71558,53

Etc.

⁶⁾ Manuscrit E p. 263 (dernière page du Manuscrit). À la p. 239 se trouve la date du 11 mai 1680.

planetarum orbitis. Ergo ad inveniendum angulum CAP, opus solummodo ut logarithmus rationis PA ad AR, hoc est differentia logarithmorum PA, AR, auferatur

à logarithmo tangentis $\frac{1}{2}$ anguli CEP. Nam reliquum erit log. tang. $\frac{1}{2}$ anguli CAP.

§ 6. PKR [Fig. 41] est semicirculus, KCL, perpend. PR. Volo ex cognitis angulis CEP, CAP, invenire arcum PK quem Keplerus vocat anomaliam Excentri.

Deinde ex eadem anomalia media data 45° inveniam secundum hypothefin Kepleri eundem arcum PK ut pateat differentia quæ hic est inter hypothefes Wardi et Kepleri.

Exempli gratia in Mercurij orbita. BP est ad excentric. BE ut 100,000 ad 21,000 secundum Keplerum. Ergo PA ad AR ut 121000 ad 79000 five ut 121 ad 79.

Sed 121 log. est 2,0827854

79 1,8976271

diff.^a 0,1851583 qui ergo est

logarithmus perpetuus ad anomalias Mercurij.

Sit $\angle PEC 45^\circ$, ejus dimid. $22.30'$.

Calcul suivant l'hypothèse de Ward:

log.perpetuus ¹⁵⁾ 0,1851583 } aufer ab inferiore
log.tang. $22^\circ 30'$ 9,6172243 }
9,4320660 log.tang. $15^\circ 7' 59''$

$\angle CAP 30.15.58$

22.30. 0

15. 7.59

37.37.59 angulus KBP mihi ¹⁶⁾

37.46. 0 „ KBP Keplero ¹⁷⁾.

8'. 1''

9.53203

0.18516

30.15.27

adde 32.35

9.34687 tang. $12.32'$ 30.48. 2

18.48'

Anomalia coequata { mihi 31.20'0 ¹⁶⁾
Keplerio 30.48.2

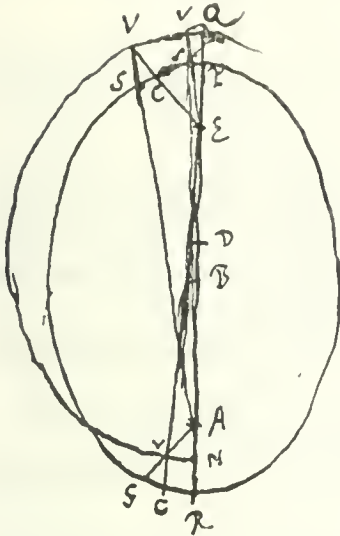
Wardo 30.15.58

Keplerio 30.48. 2

mea excedit 0.31.58

Wardi deficit 0.32'. 4.

[Fig. 43]



§ 9 ²⁴). AE [Fig. 43] distantia focorum secta in D media et extrema ratione secundum hypothesin Mercatoris ²⁵). Rad. DQ, DN \propto BP, BR. Quæro an eandem rationem celeritatum in P et R faciat quam Wardus et Keplerus.

Invenio celeritatem in R ad celeritatem in P paulo majorem fieri ex hypothesi Mercatoris, sed perexigua differentia.

Voluissim minorem eam proportionem fuissè nam hoc naturæ convenientius si motum materiæ vorticis solaris spectemus; qui facit celeritates planetarum duorum in ratione contraria subduplicata distantiarum. At Keplerus et Wardus in ipsa ratione contraria distantiarum faciunt celeritates ejusdem planetæ. Mercator in paulo majore. Mirum in his hypothesibus qui possit materia vorticis conferre motum planetæ perihelio, suo ipsius motu celeriore ²⁶).

Pour Mercure AP 121000	—	AR 79000	log AP 4.0827854	AR 3.8976271
QE 83957	—	QA 125957	QE 3.9240207	QA 4.1003705
NA 74043	—	NE 116043	NA 3.8694664	NE 4.0644580
12.0624556			11.8762725	12.0624556

0.1861831 log. proportionis celeritatum in R et P secundum hypothesin Mercatoris ²⁷).

²⁰) Voyez la note 17 qui précède. L'erreur de calcul s'explique, comme on voit, par le fait que Huygens a fait l'interpolation d'une manière trop grossière.

²¹) Nous avons cité ces dernières paroles à la p. 122 de l'Avertissement.

²²) Manuscrit F, p. 5 et 6.

²³) De l'„Epitome Astronomiæ Copernicanae”. Comparez sur cette p. 696 la fin du § 2 qui précède.

²⁴) Manuscrit F, p. 7.

²⁵) Voyez sur les ouvrages astronomiques de N. Mercator et sur son hypothèse les notes 33 et 34 de la p. 120 qui précède.

Au sujet de l'hypothèse de Ward Mercator écrit à la fin du Cap. XXI du Lib. II de ses „Institutiones astronomicae”: „Neque intra pauca minuta continetur iste dissensus à coelo, sed in Marte aliquando ad dimidium ferè gradum ascendere potest, id quod nemo unquam observationum vitio adscripserit. Neque latuit Keplerum, hoc incommodum secuturum ordinationem motûs æquabilis circa focum superiorem, qui dixerat in suâ epitome, eam *ferè* sic accipi posse; verùm illud *ferè* tantam habebat latitudinem, ut ab illo abstinendum sibi duxerit”.

7900 — 12100 secundum Kepler et Ward.

4.0827854

3.8976271

0.1851583 log. proportionis celeritatum in R et P secundum hypotheses Kepleri et Wardi.

§ 10²⁸). Ex diametris apparentibus solis à terra perihelia et aphelia determinanda esset proportio harum distantiarum. Deinde motus terræ in 7 vel 8 diebus inveniendus in utraque distantia ope horologiorum et calculi, observando quanto tempore post vel ante fixam quandam stellam fol quotidie ad meridianum perveniat.

Sic posset sciri an celeritates terræ sint in contraria ratione distantiarum à sole, an in contrariæ subduplicata.

Quod si posterius in Terra obtinet, idem sine dubio et in reliquis planetis.

En marge: Vide observationes diametri solis Moutoni, Piccardi²⁹).

Constituta theoria Solis sive Terræ, orbitæ ☿ figura quærenda observationibus maximarum digressionum à Sole.

On voit que suivant Huygens l'orbite de Mercure n'a pas encore été déterminée avec assez de précision, aussi peu que celle de la terre.

²⁶) Nous avons cité cette sentence à la p. 121 de l'Avertissement qui précède.

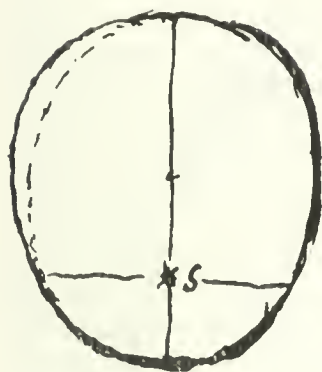
²⁷) Le soleil se trouve au foyer A de l'ellipse PSR. Le rayon vecteur EV tourne uniformément autour du deuxième foyer E. B est le centre de l'ellipse. On peut se figurer que D est le point qui divise AE en moyenne et extrême raison. V est un point de la circonférence de cercle décrite du centre D avec le rayon a (demi grand axe). La planète se trouve par hypothèse en S, point d'intersection de la droite VA avec l'ellipse. La vitesse de la planète à l'aphélie P est $v_1 = \frac{PP'}{t}$, t étant le temps infiniment court pendant lequel le rayon vecteur tourne de EQ en EQ' (Q et Q' se trouvant sur la circonférence de cercle). De même $v_2 = \frac{RR'}{t}$ est la vitesse au périhélie. Le mouvement correspondant à RR' du rayon vecteur est de EN en EN' (N et N' se trouvant sur la circonférence de cercle). On a $v_1 : v_2 = PP' : RR'$. Or, $PP' : QQ' = PA : QA$ et $RR' : NN' = AR : AN$. Donc $v_1 : v_2 = QQ' \cdot PA \cdot AN : NN' \cdot AR \cdot QA$. Mais $QQ' : NN' = QE : NE$. Donc $\frac{v_1}{v_2} = \frac{PA}{QA} \cdot \frac{AN}{AR} \cdot \frac{QE}{NE}$.

²⁸) Manuscrit F, p. 8.

²⁹) G. Mouton „Observationes Diametrorum Solis et Lunæ apparentium”, 1670; voyez le titre complet à la p. 59 du T. XVIII. Consultez sur la méthode d'observer d'Auzout et de Picard la note 2 de la p. 91 qui précède.

§ 11 ³⁰). Forſan planeta minori tempore à perihelio ad aphelium pervenit quam ab hoc ad illud.

[Fig. 44]



Forſan hujusmodi eſt planetæ orbita; arctior ſcilicet verſus ſolem [Fig. 44]. Quo fiet ut, poſita excentricitate terræ dimidia tantum ejus quæ fuit veteribus, mora longior in hemiſpherio aphelij quam perihelij ea eſſe poſſit quæ revera obſervatur etiamſi celeritas in perihelio ad celeritatem in aphelio ponatur in ſubdupla ratione diſtantiarum, quod omnino naturæ conveniret.

Obſervationibus inveſtigandus eſſet progreſſus Terræ diurnus circa aphelium et perihelium. Et diſtantiæ a Sole ex obſervatis ſolis diametris colligendæ, quod jam ſatis accurate præſtitum a Moutono et Picardo ²⁹).

§ 12. Note ajoutée plus tard (Man. F. p. 8): 14 Dec. 1688. Haſce omnes difficultates abſtulit Clar. vir. Neutonus, ſimul cum vorticibus Cartefianis; docuitque planetas retineri in orbitis ſuis gravitatione verſus ſolem. Et excentricos neceſſario fieri figuræ Ellipticæ. Valeat igitur et Wardi, Pagani et Bullialdi prima hypotheſis.

Pour la machine Planétaire ³¹).

§ 13 ³²). AOC [Fig. 45] orbita planetæ elliptica, puta Mercurij, quæ huic proſus ſimilis eſt ſecundum Keplerum, atque omnium maxime a circulo recedit. Focus alter E. Sit ABC circulus circumſcriptus centrum habens D. Et oporteat ex anomalia media invenire coequatam. Id hoc modo proxime aſſequemur. Sit arcus CH æqualis anomalix mediæ datæ. — En marge: Vide an ſimile quid invenerit Bonaventura Cavallerius apud Ricciolum ³³). — Et ex foco ubi ſol ponitur, jungatur EH, et huic

³⁰) Manuſcrit F, p. 8.

³¹) Nous empruntons ce titre à la p. 24 du Manuſcrit F.

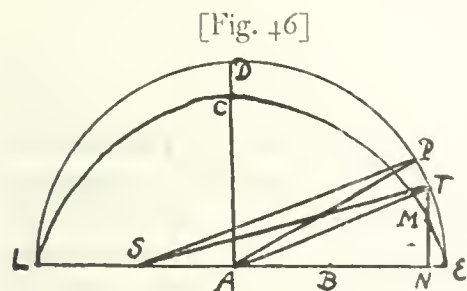
³²) Feuille collée ſur la p. 23 du Manuſcrit. Voyez ſur ce § et le ſuivant les p. 125 et ſuiv. de l'Avertisſement,

³³) Huygens fait alluſion au Scholium III (p. 535) à la Prop. 3 „Planetæ iter eſt per lineam Ooidem id eſt Oviſformem, ſeu Ellipticam; ſeu Orbis illum deferens non eſt perfectus circulus, ſed Ellipſis” du Caput V „De Hypotheſi Kepleri, & Bullialdi” de la Sectio Secunda „De motu

tangens $\frac{1}{2}$ ang. HDC ad aliam quæ est tangens $\frac{1}{2}$ differentiæ angulorum E et H in triangulo EDH. Proportio autem CE ad EA est constans ac data, cujus proinde logarithmum tantum opus est auferre a logarithmo tangents $\frac{1}{2}$ anguli HDC sive $\frac{1}{2}$ anomalie mediæ, residuum erit tangens [tifez: logarithmus tangents] $\frac{1}{2}$ differentiæ angulorum E et H, quæ $\frac{1}{2}$ differentia addita dimidiæ summæ, hoc est $\frac{1}{2}$ angulo HDC, efficiet angulum HED, seu KDC. Jamque simili plane ratione invenietur hinc angulus E in triangulo KED, nempe auferendo dictum logarithmum rationis CE ad EA à logarithmo tangents $\frac{1}{2}$ ang. KDC. nam reliquum erit tangens $\frac{1}{2}$ differentiæ angulorum KED, EKD, quæ $\frac{1}{2}$ differentia addita ad $\frac{1}{2}$ summam, hoc est ad $\frac{1}{2}$ angulum KDC, dabit angulum KEC.

Non est autem KEC angulus anomalie coequatæ, sed ducta KP perpend. in AC, quæ secet ellipsin in N, erit N locus planetæ in orbita, ideoque angulus NEC anomalia coequata. Qui facile invenitur auferendo à logarithmo tangents anguli KEC logarithmum rationis BD ad DO, quæ constans est. Nam reliquum erit tangens [ou plutôt: logarithmus tangents] anguli quæsitæ NEC.

§ 14 ³⁴). LDE [Fig. 46] orbita planetæ circularis. S sol. SA excentricitas. E aphelium.



Anomalia media accipiaturs arcus EP five angulus PAE.

Jungatur SP cui parallela fit AT. Erit planeta in T. ductaque ST, angulus anomalie coequatæ TSE. Ducta TMN perpend. in LE, erit Keplero planeta in puncto ellipseos M.

Sit ³⁵) AL [Fig. 47] orbita planetæ cujus centrum C. Sol S. In recta per SC fiat ut excentricitas SC ad radium CA ita

CE, ad lubitum sumpta, ad ED. quo radio, ac centro E describatur circulus DM. Intelligatur porro circulo AL super centro suo C mobili affixum esse immobiliter circulum DM, incisum dentibus æqualibus super circuli plano erectis, qui proinde circulus necessario quoque super centro C movebitur. Ponatur autem moveri versatione æquabili tympani KH axem ad C directum habentis cujusque dentes congruant dentibus rotæ DM; satis enim conveniunt, etsi ob excentricitatem hujus rotæ non semper tympano ad rectos angulos subjiciantur.

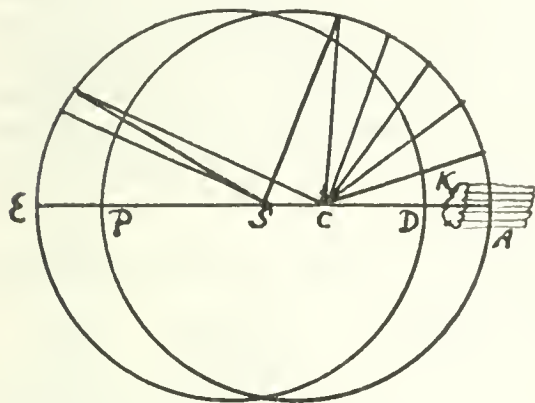
³⁴) Manuscrit F, p. 19.

³⁵) Manuscrit F, feuille collée sur la p. 22.

æquali verfatione tympani in P atque in D, eodẽm angulos transire circa centrum C. Quare ubicunq; collocetur tympanum idẽm fequetur planetæ motus, si quem admodum diximus planeta collocetur in aphelio cum D punctum rotæ ODM maxime à centro C remotum, directe tympano fuppositum eſt, dentes autem tympani ad C punctum dirigantur.

His conſtat ratio Machinæ noſtræ Planetariæ. Sed cum in uno eodemq; axe ſint tympana omnia, non poterit ille niſi ad duorum planetarum centra debite collocari.

[Fig. 48]



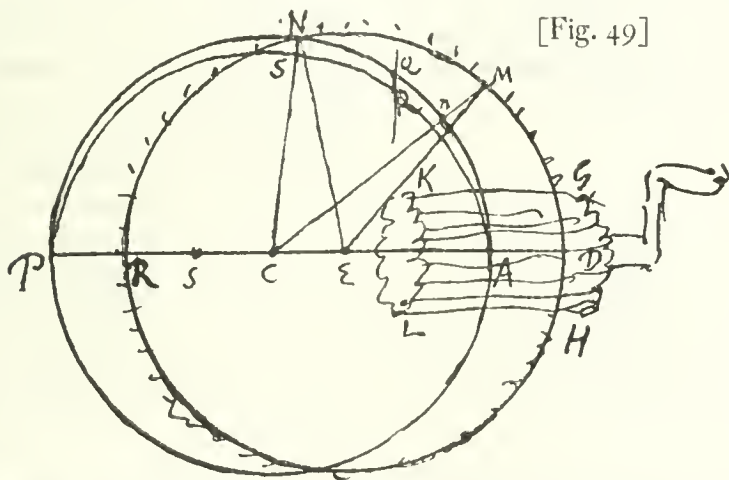
AP³⁶) orbita planetæ [Fig. 48].

Ad dividendas orbitas inæqualiter fit C centrum orbitæ, S ſol, hoc eſt CS excentricitas. Centro S radio SD \propto CA fiat circumferentia, quæ in partes æquales dividatur. Et per diviſionum puncta ducantur rectæ ex C, hæ facient in orbita AP partes inæquales quæſitas, quas nempe æqualibus temporibus planeta percurrit, ſed poſitu contrario quam ſunt reipſa: nempe in A maximas, in P minimas.

Utraque hæc methodus eundem motum dat planetæ, qui reſpondet hypotheſi Cepleri tam prope ut inviſibilis ſit differentia etiamſi orbis Saturni bipedalis ſit diametri.

Ponendo PSA [Fig. 49] eſſe ellipticam Kepleri orbitam, noſtra methodus planetam

[Fig. 49]



³⁶) Manuscrit F, p. 22.

ponit in Q, cum Keplero est in R, facta QR perpendiculari ad AP. Sed ellipses tam parum a circulis recedunt ut non possit in machina animadverti differentia. Et fortasse nos propiores veritati.

Hic non est necesse ut tympani K axis exactè dirigatur versus C; quia etiamsi hoc non ita sit, tamen singuli dentes tympani transire cogunt totidem dentes inæquales orbitæ AP, quoniam hæc super centro suo C convertitur.

Ut rotis æqualiter divisis inæqualis motus planetæ exhibeatur. sit PA orbita planetæ, S sol, C centrum orbitæ. unde SC excentricitas. Ut SC ad CA ita sit CE, pro arbitrio adsumta, ad ED. Et centro E radio ED fiat circumferentia RD, quæ in partes æquales dividatur, et dentibus incidatur æqualibus, qui aptentur dentibus item æqualibus rotæ GHLK. quæ conversa motu æquabili, circumducatur rotam RD mobilem circa centrum C, et affixam orbitæ AP. Jam si planeta affigatur huic orbitæ, ut sit in aphelio cum punctum D rotæ ED est sub axe rotæ GL, movebitur planeta motu æquabili qui requiritur.

§ 15³⁷⁾. Distantiæ planetarum a Sole in partibus quarum semidiameter orbitæ telluris est 100000.

Aphelia	Media, seu potius radius orbitæ	Perihelia
♄ 1005207	951000	896793
♅ 544708	519650	494592
♆ 166465	152350	138235
♁ 101800	100000	98200
♂ 72900	72400	71900
♀ 46655	38806	30657

Excentricitates in partibus qualium
semidiametri cujusque orbitæ 100000

Excentricitates in partibus qualium orbis
magni [i. e. „orbis magnus” est l’orbite de la terre]
semidiam. 100000 quæ sunt differentiæ
mediarum et apheliarum, vel mediarum
et periheliarum distantiarum.

5700	54207 ♄
4822	25058 ♅
9263	14115 ♆
1800	1800 ♁
694	500 ♂
21000	8149 ♀

³⁷⁾ Manuscrit F, p. 12. Les „distantiæ planetarum” et les „excentricitates” sont empruntées aux p. 732 et 764 de l’„Epitome” de Kepler.

Aphelia et Nodi ad annum 1681 completum. hoc est ad 1 Jan. 1682. St. Jul. ³⁸⁾.

1600	5°.44'. 8" ☾		
81	1°.23'.12"		
anno 1681	7. 7. 20 ☾ apog. ☉ ³⁹⁾ .	Ergo aphelium telluris in 7.7.20 ☾ 100000	
♀ 1600	12°.49'.48" →	1600	12. 25.22 ✕
81	2. 21. 31	81	55. 4
1681	15. 11. 19 →		13. 20.26 ✕ ☾ ⁴⁰⁾ ♀
♀ 1600	1. 14. 22 ∞	1640	13°.22.45 II nodus ♀ ascendens
81	1. 45. 22	41	32. 7
1681	2. 59. 44 ∞ Horroxio ⁴¹⁾	1681	13°.54.52 secundum Horroxium ♀ in
	circa 5 gr. ∞		☉ ⁴¹⁾ .
♂ 1600	28. 59. 54 ☾		16. 44.32 ✕
81	1. 30. 23		53.40
1681	30. 30. 17 ☾		17. 38.12 ✕ ☾ ♂
♂ 1600	6. 52. 1 =		5. 25.58 ☾
81	1. 3. 42		4.44
1681	7. 55. 43 =		5. 30.42 ☾ ☾ ♀
♂ 1600	25 ⁴²⁾ .57.36 →		20. 59.59 ☾
81	1. 42.10		36.27
1681	27. 39.46 →		21. 36.26 ☾ ☾ ♂

1 Jan. merid. 1682 ⁴³⁾ ♂ 2.39 ☾

♀ 14.55 ☾

♂ 25.40 ∞

♀ 7.34 ☾

♂ 11.55 ☾

♂ 11.29.24 ☾

³⁸⁾ Ce tableau est emprunté aux Tables Rudolphines de Kepler.

³⁹⁾ On voit ici que Huygens se base sur une table qui indique la longitude de l'apogée du soleil au lieu de donner celle de l'aphélie de la terre.

⁴⁰⁾ Le signe ☾ désigne le noeud ascendant.

⁴¹⁾ On trouve en effet la longitude 5°0'0" de ∞ pour l'aphélie de Vénus (année 1640 ou plutôt fin de 1639) dans le Cap. XV et la longitude 13°22'45" de II pour le noeud ascendant de la même planète (même année) dans le Cap. VIII de „Venus in Sole visa” de J. Horrox, traité publié en 1662 par Hevelius conjointement avec son observation à lui „Mercurius in Sole visus Gedani” (Gedani, S. Reininger).

⁴²⁾ Ici Huygens a pris par erreur de plume 25 au lieu de 24. Pour la longitude de l'aphélie de Saturne au 1 janvier 1682 il aurait donc dû écrire 26°39'46" →. Cette erreur s'est perpétuée dans la „Descriptio” du planétaire publiée en 1703.

⁴³⁾ Manuscrit F, feuille collée sur la p. 23.

Anni ⁴⁴⁾ tropici longitudo, five periodus Telluris sub Ecliptica dierum 365 h. 5 min. 49' 15" 46". at sub fixis dierum 365. h. 6. 9'. 26". 43 $\frac{1}{2}$ ".

Periodus Mercurij sub Ecliptica dies 87 h. 23. 14' 24"

Veneris „ „ 224 17. 44' 55"

Martis sub fixis ann. Aegypt. 1, diebus 321. h. 23. 31' 56" 49"
five diebus 686.

Jovis sub fixis ann. Aegypt. 11, d. 317. 14 h. 49' 31" 56"

Saturni sub fixis ann. Aeg. 29, d. 174. 4 h. 58'. 25" 30"

§ 16⁴⁵⁾. ♄ et ♅ d. h. d. h.
365 5. 50' — 87 23 15'

ce qui conduit à la proportio revolutionum 105190 — 25335 [en douzièmes parties d'heure, voyez aussi le nombre 105190 à la p. 188 qui suit].

Développement de ce rapport en une fraction continue:

$$\frac{4}{A} + \frac{\frac{1}{8}}{B} + \frac{\frac{1}{1}}{C} + \frac{\frac{1}{1}}{D} + \frac{\frac{1}{2}}{E} + \frac{\frac{1}{1}}{F} + \frac{\frac{1}{1}}{I} + \frac{\frac{1}{1}}{I} + \frac{1}{7}$$

Si incipias in D, hoc est, si tantum $2 + \frac{1}{4}$ consideres, relictis cæteris deorsum, erit ergo $D \propto 3$ unde $C \propto 1\frac{1}{3}$ seu $\frac{4}{3}$, $B \propto 1 + \frac{3}{4}$ seu $\frac{7}{4}$, $A \propto 6 + \frac{4}{7}$ seu $\frac{46}{7}$. Ergo quotiens primus $4 + \frac{7}{46}$ seu $\frac{191}{46}$. Unde numeri dentium 191 et 46.

Si incipias à C, fiunt numeri dentium 137 et 33.

Si incipias à B, fiunt numeri dentium 54 et 13.

Eligendi 137 et 33 vel potius 191 et 46.

Quo inferius incipies eo propiores veræ proportioni fient numeri, nec possibile est sic inventis propiores ac simul minores reperire.

$$25335 \text{ — } 105190 \text{ — } 33 \text{ dentes minoris rotæ} / 137 \frac{1}{8}.$$

Tot dentes deberet habere rota major quæ annuas conversiones facit. Ergo annis 68 uno dente promovenda. Simulque rota minor progreditur uno dente ex 33. hoc est gr. 10 min. 55. Ergo anno uno deficit ♄ a loco è sole debito 9'. 38". En marge: cum rota annua habet dentes pauciores debito, sed tamen convenientes dentibus rotæ Mercurij 33, sequitur inde ut conversione rotæ annuæ non tantum promoverit rota Mercurij quantum debuisset. Ergo promovenda.

⁴⁴⁾ Manuscrit F, p. 14.

⁴⁵⁾ Manuscrit F, p. 14—18.

Quod si numeros dentium 83 et 20 retinuissem antehac inventos ⁴⁶⁾, debuisset major habere $83\frac{1}{28}$. Unde annis 26 retroagenda uno dente, qui in minori rota habente 20 dentes efficiet gr. 18. Unde, annis singulis, 42' excederet ♀ locum ex Sole debitum. hoc est plus quam quadruplum ejus quod sit adsumtis numeris 137 et 33.

Veneris 365. 5 h. 50' ——— ♀ 224 d. 17 $\frac{3}{4}$ h.
ce qui conduit à la proportion 105190 ——— 64725 ou $1 + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{8} + \frac{1}{85}$.

Numeri dentium 13 et 8 vel 26 et 16.

Le nombre $13\frac{1}{81}$ correspond plus précisément à 8. Donc :

Singulis 681 annis uno dente promovendæ rotæ, qui dens facit 45 gr. in orbita ♀, unde annis singulis circiter 4' deficit Veneris locus.

Martis. Periodus Terræ sub fixis 365. h. 6. 9'. 26". Periodus ♂ sub fixis 686. 23. 31' 56".

ce qui conduit à la proportion 98925 ——— 52597 ou $1 + \frac{1}{1} + \frac{1}{7} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{47}$.

Numeri dentium 79 et 42. Plus précisément le rapport est 79 : $42\frac{1}{518}$.

Singulis 316 annis uno dente promovendæ rotæ, qui dens facit in orbita Martis 4°. 33'. Unde annis singulis fere 52" deficit locus ♂.

Romeri 47 et 25. Si sumantur numeri Romeri 47 et 25, singulis 93 annis retroagenda rotæ dente uno, qui in rota Martis facit 7°. 39 $\frac{1}{2}$. Unde annis singulis locus Martis excedit verum ex sole fere 5 min.

Jovis. Periodus terræ sub fixis 365. 6 h. 9'. 26".

Ann. Egypt (365)

623897 ——— 317 d. 14. 49. 31" ce qui conduit au rapport
52597 ou $11 + \frac{1}{1} + \frac{1}{8} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5}$. Rotarum dentes 83 et 7. Plus précisément le rapport vaut $83 : 7\frac{1}{381}$.

⁴⁶⁾ On voit à la p. 13 du Manuscrit F qu'avant de recourir aux fractions continues Huygens avait tâché de trouver des nombres approximatifs en considérant les logarithmes des termes du rapport.

⁴⁷⁾ En négligeant la dernière fraction écrite $\frac{1}{4}$, Huygens trouve successivement en remontant les fractions $\frac{2}{3}$, $\frac{5}{7}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{7}{9}$. Après de la fraction $\frac{2}{3}$ il nota: Sumfit Romerus pro $[\frac{2}{3}]^2$ five $\frac{1}{3}$. On voit que Huygens avait vu les calculs de Roemer. Celui-ci ne semble pas s'être servi de fractions continues. Voyez encore sur ce sujet la Pièce de la p. 97 du Manuscrit F intitulée „Avantages de ma machine par dessus celle de M. Romer”, qui a déjà été imprimée aux p. 377—378 de notre T. VIII: consultez la troisième ligne d'en bas de cette p. 377 et la note 4.

Donc: Singulis 361 annis dens unus retroagendus qui in rota Jovis efficit $4^{\circ}20'$. Unde singulis annis Jupiter excedet verum locum $43''$. Una periodo $8'.30''$ circiter.

Saturni. [Periodus terræ sub fixis] 365. 6 h. $9'.26''$.

Ann. Egypt. (365)

29 174 d. 4 h. $58'.25''$ ce qui conduit au rapport
 $1549326 : 52597$ ou $29 + \frac{1}{2} + \frac{1}{5} + \frac{1}{4}$. Rotarum dentes 59 et 2 vel 118 et 4. Plus précisément: $59 : 2 \frac{1}{3 \frac{1}{2}}$. Donc: In annis 339 unus dens promovendus, qui in rota h facit $6^{\circ}.6'$. Unde uno anno ferè $1'5''$ deficit locus h .

C et g 29 d. 12h. $44'$ 365.5 h. $50'$ ce qui conduit pour la lune et la terre au rapport 8505 — 105190 ou

$$12 + \frac{1}{2} + \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{6} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4}.$$

ou à peu près $136 : 11$ (plus précisément $136 : 11 - \frac{1}{256}$ ou $136 \frac{1}{21} : 11$ ou plutôt $136 \frac{1}{20 \frac{3}{4}} : 11$). Par conséquent, en prenant 136 et 11 pour les nombres des dents:

In annis $20 \frac{3}{4}$ uno dente promovenda lunæ orbita. qui facit 32 gr.

Plus bas: Dentes 235 et 19 multo præstarent. Huygens écrit encore: Ponendo $\frac{1}{8}$ pro ultima fractione fiebant numeri 1546 et 125 quorum prior non habet partes aliquotas præter 2 et 773. Ideo proximum sumi $\frac{1}{7}$ qui dat 1781 et 144. quorum prior fit ex 137 et 13.

Observation générale sur les calculs qui précèdent: Multo melius hæc post folia 36. Comparez à la p. 163 qui suit, l'observation par laquelle se termine la présente Pièce.

Dentes rotæ annuæ

137. ☿ 33. In annis 68 uno dente promovendæ hoc est in orbita ☿ gr. $10.55'$.
 Ergo in anno deficit $9'.38''$.

13. ♀ 8. vel 26.16. In annis 681 promovenda 45° . In anno uno deficit $4'$.

42. ♂ 79. In annis 316 promovenda $4^{\circ}33'$. In anno deficiunt $52''$.

7. ♃ 83. In annis 361 retroagenda $4^{\circ}20'$. In anno excedet verum locum $43''$.

4. ♄ 118. In annis 339 promovendus h locus $6^{\circ}.6'$. In anno deficit $1'.5''$.

Duo circuitus in anno.	Unus circuitus in anno.
164—79. Annis 390 gr. $4\frac{1}{2}$ prom.	191. ☿ 46 In annis 104 uno dente retroagenda. hoc est fere 8 gr. in rota ☿.
13—16.	13. ♀ 8 vel 52 et 32.
21—79.	42. ♂ 79
11—261. In 12 annis 1'.40" promov. in annis 599 uno dente.	29. ♀ 344 Annis 1757 uno dente promovenda. hoc est 1°.2'.47".
6— $1\frac{2}{11}$ —324. In 30 annis 1'.30" retroag. in annis 1338 uno dente.	11. ♄ 324 Annis 1338 uno dente. hoc est fere 1°.7' retroagenda. hoc est periodo una fere 1'.30". in anno 3".
136—11	136. ☾ 11 In annis 20 $\frac{3}{4}$ uno dente promovenda lunæ orbita.

§ 17 ⁴⁸⁾.

Si æquales dentes facias,	Annulus super plano affigendus. Rotæ axis annui in longitudinem extendendæ. <i>Annulus paulo altior in perihelio quam aphelio faciendus.</i> In Mercurio necessario æquales dentes faciendi. In omnibus orbitis melius convenient sibi invicem dentes. Facilius dentes æquales elaborantur quam inæquales. Artificiofius videbitur æquales fecisse. <i>Poterit circum affigi annulus, et rota tota superimponi orbitæ.</i>
Si inæquales dentes facias,	In Mercurio tamen æquales faciendi qui differet a cæteris. In omnibus orbitis minus exacte convenient quam si æquales. <i>Difficilius eliminantur.</i> Melius et facilius circum affigitur annulus. Facilius concentricæ rotæ ordinantur. Non opus extendere in longum rotas annuas. Divisio satis facilis, et ab organopoeo peragi potest.

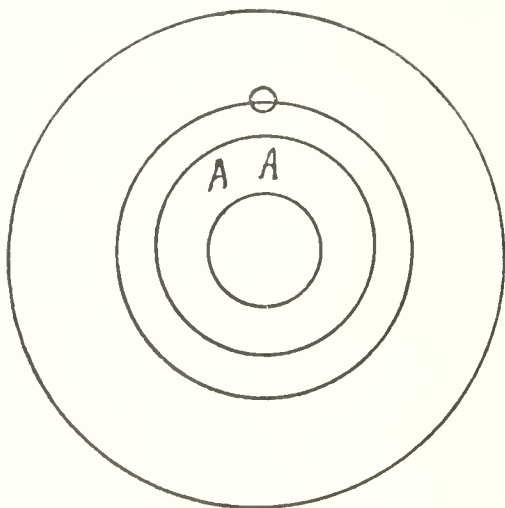
La pièce ⁴⁹⁾ de plaque AA [Fig. 50] entre ☿ se ♄ se doit mettre la dernière de toutes.

Moulure de cuivre autour de la plaque de devant, afin que la glace ne touche point aux planetes.

⁴⁸⁾ Manuscrit F, p. 23.

⁴⁹⁾ Manuscrit F, p. 21.

[Fig. 50]



§ 18 ⁵⁰). Pour attacher un horloge, il faut faire un pignon de 5 dents, qui prenne la grande roue annuelle de 73 dents qui fait aller les jours. Et ce pignon doit faire un tour en 25 jours. Ainsi chaque dent du pignon passera en 5 jours, et en pareil temps chaque dent de la dite roue annuelle. Et ainsi elle fera un tour en 365 jours, parce que 5 fois 73 font 365.

Le pignon peut bien être aussi de 6 dents et faire un tour en 30 jours. ou de 4 dents et tourner en 20 jours.

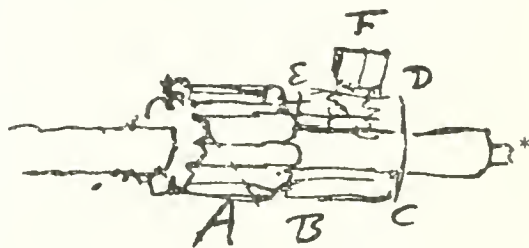
Le pignon A [Fig. 51] aura une queue creuse BCDE qui embrassera son axe et sera fixé sur cet axe par une vis F qui percera un côté de la queue.

Et relâchant la vis le pignon roulera sur son axe en sorte que, le pignon A tournant par le moyen de l'axe général des planètes lors qu'on le fera aller avec la main, l'axe du pignon A n'ira pourtant que lentement suivant le mouvement de l'horloge. Et par ce moyen les dents du pignon demeureront toujours engrenées dans la roue annuelle de 73.

La vis F aura une queue assez longue pour venir à la circonférence de la boîte.

La pendule pourra être d'environ $18\frac{1}{2}$ pouces, pour faire 2 secondes en 3 vibrations. Ajouté plus tard: J'ay pris le balancier à ressort spirale pour plus grande commodité. Comparez le § 21 qui suit.

[Fig. 51]



* axe du pignon A, et non pas l'axe général

Il y aura une roue horizontale annulaire ou plus tost perpendiculaire et plate d'environ un pouce et demi de diamètre ou feront marques autour les 12 heures, qui paroîtront par une ouverture la moins grande qu'il se pourra entre les orbites de Jupiter et Mars.

Le pendule fera un peu de bruit, il faut tâcher d'y remédier. (En marge: il faut mettre des morceaux de drap sous les pieds de l'horloge contre la grande plaque). Les minutes et secondes auront de même leur ronds et trous pour paroître. peut estre a costé l'un de l'autre.

Peut estre un volant pesant, dont le pignon de 6 dents engrenera dans la roue annuelle de 73; par ce moyen le mouvement des planetes sera plus egal et sans secousses, quand on tournera le grand axe.

§ 19 ⁵¹). Il faut bien applatir les deux plaques.

River les pieds, qui les tiendront ensemble, a la plaque de devant, apres avoir perceé les plaques l'une sur l'autre, et avoir fait les trous parfaitement correspondants l'un a l'autre.

Il faut avoir egard ou l'on placer[a] bien ces pieds devant que de faire leur trous. C'est a dire en sorte qu'on puisse commodement demonter et remonter la machine apres que la plaque de devant aura esté coupée en ses 7 parties.

Pour la remonter, il faudra placer et attacher ces 7 parties une à une, en commençant par l'extérieure et plus grande, et ainsi de suite. Et pour cela il faudra que les pieds de chaque partie soient ordonnez vers sa circonference interieure plustost que vers l'exterieur; parce qu'on y pourra regarder plus facilement pour les faire entrer dans leur trous. Toute fois les trous estant percez bien juste, comme il faut, il y pourra aussi avoir des pieds vers la circonference exterieure des pieces.

En remontant la machine il faudra placer la plaque de derriere perpendiculairement sur un costé, pour pouvoir serrer les pieds avec leur vis, quand ils seront passiez.

Il faut achever tous les mouvements sans couper encore la plaque de devant, ou du moins si on perce les orbites d'y laisser des endroits non percez, a fin qu'elle tienne toute ensemble. Mais il sera malaisé de faire entrer tous les pieds dans leur trous de la plaque de derriere. Et peut estre il sera mieux de couper la plaque de devant, auparavant que de l'attacher sur l'autre. mais il faut que les pieds soient bien d'egale hauteur et la plaque de derriere bien droite.

Peut estre il seroit bon de la fortifier par quelques regles sur le champ.

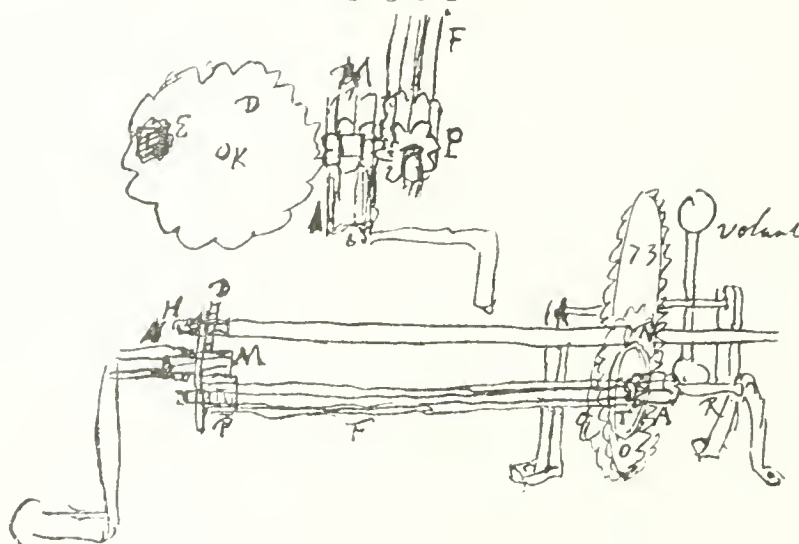
Chaque orbite mobile doit estre retenue par sa circonference exterieure contre sa piece de la plaque de devant, et en demontant la machine elles y demeureront jointes. Il suffira que les orbites soient retenues en 4 endroits.

Le cercle des jours aura plus affaire de roulettes qu'aucun autre. Mercure, Venus et la Terre n'en auront point ni peut estre Mars.

⁵¹) Manuscrit F, p. 24—26.

La roue D [Fig. 52] et le petit tuyau dans lequel tourne le bout de la manivelle M tiendront au costé de l'octogone. L'axe PT tiendra a la grande plaque, et son bout P demeurera en dedans du costé de l'octogone comme aussi le bout H du grand arbre.

[Fig. 52]



Le pignon A qui engraine dans la roue 73 aura une plaque ronde attachée NO, et l'axe RP qui le traverse passera librement dans un tuyau depuis T jusqu'à P, ou est le costé de l'octogone ou l'on tourne le grand axe. Et ce tuyau en T, aura attaché une roue plate dentée de l'horloge. En pressant fortement le tuyau du costé P, les deux ronds feront serrez l'un contre l'autre, et alors le pignon A estant agité par l'horloge, entrainera la roue 73, avec tout le grand axe. de sorte qu'il faut effectuer cette pression du tuyau lors qu'on voudra laisser aller la machine d'elle mesme par l'horloge. Et quand on la voudra faire aller par la manivelle du grand axe, alors on relachera la dite pression, afin que la roue 73 tourne sans entrainer la roue plate de l'horloge, laquelle ira son chemin, mais seulement le pignon A.

Il seroit bon (en marge, s'appliquant à tout l'alinéa: Cecy auroit eu trop d'embaras) qu'en ouvrant le trou pour appliquer la manivelle a l'axe, cela fit en mesme temps relacher la pression du tuyau PT, et qu'elle revinst, lors qu'on rameneroit la petite coulisse qui ferme ledit trou. Pour cela, D fera une plaque ronde posée en dedans contre le costé de l'octogone de la boete, laquelle plaque aura un trou E, qui respondra au bout du grand arbre annuel. A costé de cette plaque, qui sera dentée autour, il y aura un trou rond dans le mesme costé de l'octogone, par ou l'on fera entrer le bout de la manivelle M, denté autour, et ayant un creux quarré en dedans, qui puisse prendre le bout du grand arbre lors qu'on appliquera la manivelle au trou E. La den-

ture du bout M tournant dedans un petit tuyau percé de costé et d'autre engrainera d'un costé dans celle de la roue D, et de l'autre costé dans le pignon P, qui entre a vis sur l'axe PF, et lors qu'il tourne par le moyen de l'arbre denté M, il ferre le tuyau et fa roue dentée contre le rond NO, qui est attaché au pignon A. En mesme temps la roue D bouche le trou E. Et alors ayant tiré la manivelle M, l'horloge fait aller toute la machine par le moyen du pignon A, et le trou E se trouve fermé. Et pour le rouvrir, il faut remettre la manivelle M, et la tourner, ce qui fera en mesme temps desferre le pignon a escroüe P, avec le tuyau PF, et le pignon A; de sorte que ce pignon tournera par le moyen de la roüe 73, lors qu'on agitera le grand arbre en appliquant la manivelle en H, et l'horloge ne laissera pas d'aller son train, faisant tourner lentement avec luy le tuyau PT par sa roue dentée attachee au bout T. afin qu'en remettant la manivelle en M, elle engraine dans la roue D et dans le pignon P, il faut faire les dents de ces deux minces vers l'entrée. Ainsi le pignon de la manivelle retrouvera *les mesmes creux* d'où il estoit sorti en le retirant. En marge: non pas dans la dent de la roue qui aura ferré les plaques.

Pour diviser en parties egales les anneaux des orbites, il faut prendre une bande de papier qui fasse justement leur tour, et ayant estendu droit cette bande la diviser egalemment selon le nombre de parties requis, et les marquer avec de l'encre. Puis coller la bande autour de l'anneau attaché sur l'orbite ou du moins fermé et a peu pres arrondi.

Pour diviser la bande en parties egales quand le nombre est premier, ou avec peu de parties aliquotes comme 191, 365, il faut calculer combien vaut une partie, en disant par ex. 191 donne 1, que donne la longueur de la bande prise sur l'eschelle, et ayant prise cette partie, ainsi trouuée, sur la mesme eschelle, on l'oste de toute la longueur de la bande. Le reste qui sont 190 parties on les divise en 10, puis chaque dixième en 19. Ou en adjoutant la valeur d'une partie, en sorte qu'il y en ait 192 on divise le tout en 6, puis les parties qui sont de 32 en 4, puis en 4 et puis en 2. On peut de mesme oster la valeur de 2, 3, 4, 5 ou plusieurs parties.

Devant que couper la plaque de devant, il faut en faire une de mesme avec toutes les orbites et centres, et avec le grand arbre et les roues marquees. afin de la garder pour modelle, pour quand il faudra faire de pareilles machines.

Plustost le costé de derriere; ou encore mieux a tous les deux costez.

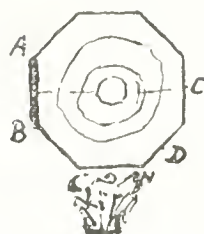
Faire le cercle de l'ecliptique mobile, pour la precession des æquinoxes, car ce n'est que de cette precession que vient le mouvement des aphelies, qui a l'égard des fixes ne changent que tres peu ou point.

Marquer au dela de ce cercle des lignes vers *spica virginis*, *prima arietis* et autres grandes estoiles.

Voir ou mettre le grand arbre, en C ou en D [Fig. 53]. Resp. en C. *En AB la charniere pour ouvrir toute la machine en la faisant sortir de sa boete.* Au mesme endroit charniere pour la glace qui la couvre.

En marge: J'ay trouvé meilleur d'attacher la machine dans la boete, et l'ouvrir par derriere.

[Fig. 53]



Pour éviter le bruit de la pendule, il faut la faire avec des petites vibrations à la manière angloise.

Il valoit mieux de laisser entière la partie de la plaque de devant qui contient les orbites de Mercure, Venus et la terre, pour y ajuster les roues dentées et les piliers, et puis les couper avec le compas tranchant.

La glace avec sa bordure s'appliquera par devant sans tenir avec une charnière, elle aura un anneau octogone plat d'un $\frac{1}{2}$ pouce, qui entrera juste dans la boîte octogone de bois, et sera attaché par une ou deux vis à tête plate dans les costez de dessus et dessous. On n'aura pas besoin d'ôter cette glace que rarement, et elle est trop grande pour l'ouvrir à charnière. La forte plaque appuiera dans la boîte, et celle de devant sera tant soit peu moindre, afin de laisser entrée à l'anneau de la bordure de la glace.

On pourra fortifier la boîte avec du fer dans les angles. La boîte appuiera sur une console belle et dorée, ce qui soulagera la boîte. Elle pourra être de cuivre. Proportions des corps des planètes gravées par dehors.

Les pages 39—43 du Manuscrit F (comparez la note 55 qui suit) ont été publiées par nous aux p. 612—620 du T. XVIII. Il y est question de la forme des dents d'un pignon qui engrène dans une roue de champ à dents plates, ainsi que de celle des dents d'une roue de champ engrenant dans un pignon à dents plates. Comme on peut le voir dans le dit Tome, ces considérations de Huygens se rattachent à des considérations antérieures de Römer.

§ 20⁵²). En ôtant la terre avec le cercle de la lune hors de son trou, l'on y pourra placer une Terre de cette grandeur [Fig. 54] et qui puisse tourner sur son axe, pour montrer les saisons et les jours et les nuits. Il y faut graver le cercle équateur, et le méridien et le parallèle de la France ou Hollande. En fai- [Fig. 54]
sant un petit globe léger de bois ou autre matière, et seulement la partie vers le pôle austral, jusqu'au 23 degré, de plomb, si avec cela la queue B est fort libre dans son trou: cette terre gardera toujours son axe parallèle à soi-même, comme il faut. Et l'on pourra toutefois la tourner sur son axe, sans qu'elle retombe.



L'axe de la terre tiendra à la branche A et sera immobile, sur lequel la terre tournera. Note ajoutée plus tard: Elle sera d'argent et creusée.

Si l'on prenoit l'orbite de Saturne pour celui de la Terre en ceci, il faudroit 30 tours de manivelle pour représenter les saisons de l'année au lieu qu'il n'en faudra qu'un seul.

⁵²) Manuscrit F, p. 46—47.

Petite plaque plate et ronde a l'endroit de nostre demeure sur la terrelle, pour représenter le plan de l'horizon et le lever et coucher du soleil.

Avoir de mefine un Saturne avec l'anneau de cette grandeur [Fig. 55]. La queue fera attachee a une branche qui portera l'axe, comme a la Terre. L'anneau tiendra au globe et par le petit poids attaché au tuyau K, l'axe de Saturne et de l'anneau demeurera parallele a luy mefine. l'Axe doit estre incliné sur le plan de l'ecliptique de 31 degrez.

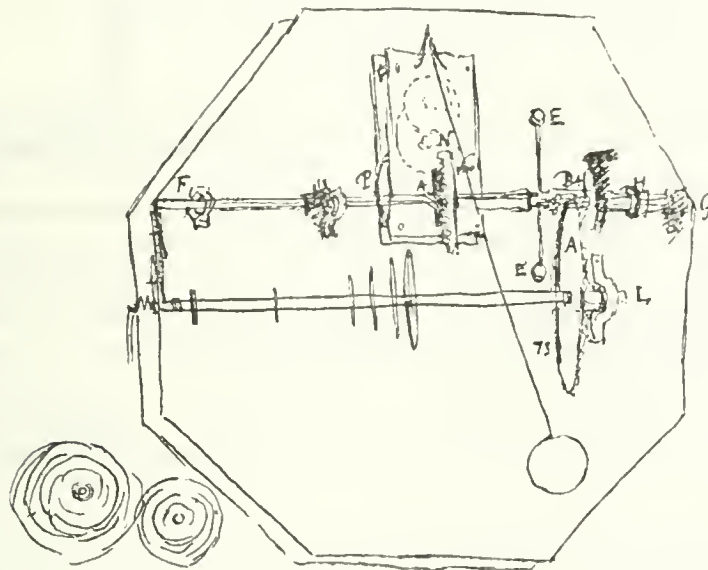
[Fig. 55]



Note ajoutée plus tard: Saturne et son anneau d'argent, la plaque ronde autour de luy qui porte ses 3 satellites de cuivre. Faire incliner Saturne et l'anneau de 31 degrez. L'axe de la plaque ronde de Saturne aura un poids perpendiculaire attaché qui tiendra cet axe tousjours parallele a soy mefine.

Peut estre sans ferrer ou lacher la roue N [Fig. 56⁵³] par le moyen d'une plaque, qui demande beaucoup de façon, il vaudra mieux de faire seulement un tuyau a cette roue N qui serre un peu sur l'arbre FH. Il faudra un peu plus

[Fig. 56]



⁵³) Les petites figures à gauche représentent Saturne et Jupiter avec leurs satellites. Ici Jupiter en a quatre et Saturne trois. Un quatrième et un cinquième satellite de Saturne furent découverts en 1684; voyez la p. 194 qui suit.

que le double de la force qu'il faudroit autrement, a tourner la manivelle, car si je repousse une dent du pignon B, avec autant de force qu'il faudroit contre une dent de la roue A, pour faire tourner les planetes, il faut que la roue N avec son tuyau ferre assez pour retenir l'arbre FH, au quel le pignon B est attachè, contre la dite pression de la dent de ce pignon; parce qu'autrement il paroît que la roue N agitée par l'horloge ne pourroit pas entrainer l'arbre FH assez fort pour que le pignon B, attachè a cet arbre, fist aller la roue A. Donc aussi en tournant la roue A par le moien de la manivelle en M, la peine de faire tourner l'arbre FH dans le tuyau de la roue N, sera un peu plus grande que si la dent de la roue A estoit retenue par une force egale a celle qu'il faut contre cette dent pour faire tourner les planetes. De sorte qu'en faisant aussi tourner les planetes, la force devra estre double et un peu plus, que si l'arbre FH tourneroit sans empeschement ou frottement. Notez qu'en aggrandissant le pignon B l'on ne gagne rien. L'arbre FG pourra estre court par ce moien. Il faudra voir si la force a la manivelle sera grande devant l'application de l'horloge.

On peut faciliter le mouvement de la manivelle en la mettant a l'arbre d'un pignon qui engraine dans une roue double attachée au grand axe, et faisant deux tours de manivelle pour une annee. Cela feroit venir le trou de la manivelle au milieu du costè ou comme on voudroit, et ce petit axe ne seroit plus de biais.

En marge: Notez qu'a quelque endroit difficile le tuyau courreroit risque de glisser. Mais on pourra faire une vis qui estant serree attache le tuyau de la roue N au grand arbre, et que l'on lachera quand on voudra tourner la manivelle.

A est la roue de 73 dents qui fait aller le cercle des jours. Elle engraine dans le pignon B attachè ferme sur l'axe FG aussi bien que le volant EE. Une plaque pareille D tient au tuyau F₄ enfilè sur l'arbre FH qui est quarrè en cet endroit. En tournant la plaque ronde en M pour decouvrir le bout de l'arbre MH on trouvera moyen de ferrer une plaque contre la roue N, libre autrement. Et alors l'horloge fera aller la roue A et partant tout le mouvement planetaire. Mais en relachant la roue N, du mesme mouvement qui referme le trou en M, l'on fera tourner la roue A par le moien du grand arbre LM, et elle fera tourner l'arbre IIF avec le volant EE, sans que cela fasse rien a l'horloge, qui ne laissera pas d'aller son train.

La roue N entre par son costè dans l'horloge, et engraine là dans un pignon dont l'axe est couchè horizontalement. En marge: vis sans fin dans l'horloge prenant dans la roue N.

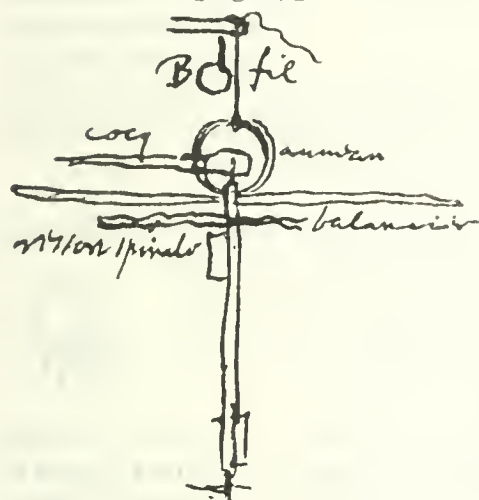
§ 21⁵⁴). Il vaudra mieux de faire cette horloge avec un balancier a ressort spirale pour avoir moins d'embaras en l'ouvrant. Car aussi bien il ne s'agit pas d'une grande

⁵⁴) Manuscrit F, p. 46—47.

exactitude pour ce qui est des heures. Faire les temps du balancier en sorte qu'on puisse toujours appliquer un pendule de 18 pouces.

Suspendre le balancier par un fil de soie mais en sorte que les deux pivots ne puissent sortir de leur trous lors qu'on voudra coucher la machine. Le fil 3 ou 4 fois plus long qu'il n'est représenté icy [Fig. 57]. Un petit contrepoids B qui soit égal à la pesanteur du balancier.

[Fig. 57]



En faisant ce balancier grand, j'auray un essai de la justesse de ces horloges à ressort spirale ⁵⁵).

§ 22 ⁵⁶). Le pignon B ayant 4 dents doit tourner en 20 jours. Ainsi à chaque 5 jours passera une dent de la roue A 73.

Grand trou dans la plaque de derrière, par lequel puisse passer la platine ronde ou sont gravees les heures.

Proportions des corps des planetes au Soleil se pourront placer entre Mars et Jupiter vers en bas. ou plustost sur une des plaques à costé sur la boete.

Fils de soie au soleil et à la terre.

Quelques fixes marquees de celles qui sont pres de l'Ecliptique comme l'Epi de la Vierge. Seulement des lignes droites qui y tendent et marquent leur latitude.

Marquer le point ou les cercles dentez sont le plus distants des centres des orbites. Car lors que ce point est sous le grand axe alors la planete doit estre fixee à l'endroit de son aphelie. Puis pour trouver son lieu on cherchera par les tables Rudolphines le jour de son opposition avec le soleil.

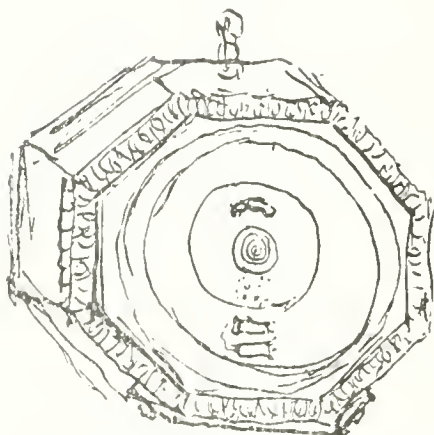
Et ayant defait la vis qui tient le pignon au grand axe, on tournera le point fixe de la planete à ce lieu d'opposition, et alors on ferrera derechef le pignon au grand axe par sa vis. Ainsi l'on placera separement chacune des planetes.

⁵⁵) Les deux derniers alinéas ont déjà été cités à la p. 508 du T. XVIII; nous y avons reproduit aussi la présente Fig. 57.

⁵⁶) Manuscrit F, p. 47—48.

Peut estre les trous des jours et des anneés [Fig. 58] vers en haut [Fig. 58 bis] entre ♄ et ♅ afin de les avoir pres du trou des heures. Ou les mettre tous trois vers

[Fig. 58]



[Fig. 58 bis]



en bas. Mais alors on ne peut ajouter de pendule. Entre Jupiter et Saturne vers en bas, l'on mettra la proportion des planetes entre elles et au soleil. Les corps des planetes gravez pour exprimer des globes. Autour du soleil graver des rayons partants du centre, pour faire paroistre son corps [Fig. 59].

La glace un peu distante de la plaque afin que la petite terre postiche et le Saturne puisse estre enfermez dessous.

[Fig. 59]



Il faut voir si cela n'oste pas trop le jour a l'ecliptique.

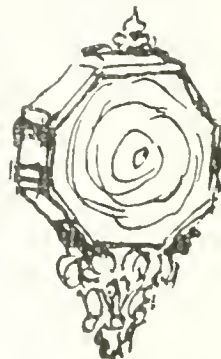
On peut faire ouvrir tout l'ouvrage pour voir le dedans en attachant des pieces coudees a la plaque forte de derriere qui fassent la charniere a costé de la plaque de devant. ou seulement une piece large. Il faudra un peu rogner la plaque de derriere du costé qui ouvre, parce qu'autrement elle ne pourroit pas entrer. La glace fera a la mesme charniere comme aux montres de poche.

Console dessous [Fig. 60] ou un pied jusqu'à terre. Il faudra y attacher la boete avec des vis. et l'attacher de plus a la muraille par en haut, a fin que si la console manquoit la machine ne tombe point.

[Fig. 60]

Sur la plaque de derriere sera gravé combien en cent ans les places des planetes surpassent ou manquent des veritables, selon quoy l'on pourra les redresser.

Corpora solis et planetarum multo majora exhibentur quam proportionem horum orbium esse deberent, quippe invisibilia alioqui futura. Uti et circulus lunæ quo circa terram defertur. qui circulus diametrum sere duplo minorem habet quam sit diameter solis. Sunt enim a Terra ad Solem diametri terræ circiter duodecies mille, a terra ad lunam diametri terræ triginta. cujus distantiae duplum diameter nimirum lunaris orbis erit, circiter $\frac{1}{2}$ diametri solis. Sunt autem proportionones omnium planetarum inter se atque ad solem quales hic expressæ cernuntur.



Vide post folia 34 quæ ad emendationem hujus automati spectant ⁵⁷⁾.

En février 1682 Huygens écrit à J. Gallois (T. VIII, p. 342): J'avois emporté avec moy, en quittant Paris, la machine Planétaire que monseigneur Colbert avoit agréé que je fisse construire, et qui n'estoit que commencée. Dans sa lettre à Colbert du 27 août de la même année il dit que le prix de la machine, telle qu'elle avait été construite à la Haye, est de 620 escus, dont il y en a 520 pour le compte de l'horloger [van Ceulen], et le reste pour ce que j'y ay deboursé icy et a Paris.

⁵⁷⁾ Consultez l'Avertissement suivant.

LE PLANÉTAIRE DE 1682.



Avertissement.

Ainsi que Huygens l'a annoté à la p. 48 du Manuscrit F — voyez le premier alinéa de la p. 163 — c'est une trentaine de pages plus loin ¹⁾ qu'il commence à considérer ce qui se rapporte „ad emendationem automati”. Il prend diverses valeurs „secundum Riccioli Altronomiam reformatam” ²⁾ de 1664 qui d'ailleurs ne lui apprend pas, si nous voyons bien, beaucoup de choses nouvelles. La principale différence entre la nouvelle construction et celle d'avant 1682 c'est que Huygens, comme on le voit au § 1 de la Pièce II qui suit, prend maintenant les périodes de Mars, de Jupiter et de Saturne „sub Ecliptica” au lieu de les prendre „sub fixis”. C'est à cela surtout que vivent ses paroles (Pièce II, § 2): „Hæc in constructione Machinæ Planetariæ secutus sum” ³⁾.

Disant en février 1682 avoir emporté en partant de Paris la machine „qui n'étoit que commencée” ⁴⁾ Huygens ajoutait qu'il avait mis un habile ouvrier [savoir van Ceulen] à la Haye au travail à peu près depuis sa rentrée dans cette ville, c. à. d.

¹⁾ Plus précisément, à la p. 81.

²⁾ P. 83.

³⁾ Voyez aussi ce qu'il nota à la p. 91 du Manuscrit (§ 1 de la Pièce II qui suit).

⁴⁾ T. VIII, p. 342. Voyez la lettre citée à la fin de la p. 163.

environ depuis septembre 1681. Les pages considérées plus haut du Manuscrit F datent apparemment soit en partie du dernier temps de son séjour à Paris et en partie de plus tard, soit toutes du commencement de son séjour à la Haye. Cette dernière hypothèse paraît la plus probable, puisque les nouveaux calculs se terminent à la p. 110 du Manuscrit et qu'aux p. 101 et 112 se trouvent respectivement les dates du 8 février et du 16 avril 1682.

Les „remarques sur la construction d'un autre planetologe semblable au premier” (Pièce IV qui suit) se trouvent dans le Manuscrit F aux p. 117—118 et sont par conséquent postérieures au commencement de la construction de l'automate par van Ceulen ⁵⁾. Le premier planetologe” dont il y est question n'est donc pas le modèle parisien inachevé mais le planétaire achevé ou presque achevé ⁵⁾ de la Haye et les remarques ne semblent pas avoir eu de conséquences pratiques, vu que van Ceulen ne construisit que ce seul exemplaire.

Quant aux remarques historiques de la Pièce I, elles sont empruntées en partie à l'„Almagestum novum” de 1651 de Riccioli, en partie à quelques autres sources.

Nous nous contentons de reproduire ici deux vues d'ensemble du planétaire de 1682 puisque la „Descriptio”, comme nous l'avons dit au début de l'Avertissement précédent, date de beaucoup plus tard et est donc publiée plus loin dans le présent Tome: c'est là qu'on trouvera les figures plus détaillées se rapportant à l'intérieur de l'automate.

⁵⁾ Comparez la note 1 de la p. 182 qui suit.

LE PLANÉTAIRE DE 1682.

- I. REMARQUES HISTORIQUES SUR LES PLANÉTAIRES ANTÉRIEUREMENT CONSTRUITS.
- II. CORRECTIONS À APPORTER AU PROJET D'UN PLANÉTAIRE DE 1680—1681.
- III. EXÉCUTION DU PROJET CORRIGÉ À LA HAYE EN 1682.
- IV. REMARQUES SUR LA CONSTRUCTION D'UN AUTRE PLANETOLOGE SEMBLABLE AU PREMIER ¹⁾).

¹⁾ C'est le titre que Huygens lui-même donne à cette Pièce.

REMARQUES HISTORIQUES SUR LES PLANÉTAIRES ANTÉRIEUREMENT CONSTRUITS.

[1682]

Riccioli *Almagestum Novum* Parte 1 pag. 505 ²).

Ioannulus Torrianus, vulgo Iannellus Cremonensis Caroli quinti artifex automaton construxit constans cupreis anulis deauratis mille quingentis quibus ad unguem omnes coelestes motus repræsentavit ³).

Aliud Christianus rex Daniae misit ad Moscovitarum imperatorem quod ille irridens remisit ⁴).

Ferdinandus quoque Cæsar sed ex ingenio Maximiliani fabrefactum misit Solimanno Turcarum Imperatori munus gratissimum.

Per rotulas papyraceas conatus Petrus Apianus in opere quod astronomicon Cæ-

¹) La Pièce est empruntée à la p. 104 du Manuscrit F. Voyez sur sa date l'Avertissement qui précède.

²) C'est en effet à la page indiquée (et en partie à la p. 504) de l'„*Almagestum novum*” que se trouvent les remarques historiques reproduites par Huygens. À cette page se termine le Cap. VIII („Indicantur Hypotheses quibus Planetarum quinque Minorum motus Explicari, ac de Machinis quibus representari solent”) de la Sectio Prima („De Planetis Minoribus in Comuni”) du Liber Septimus („De quinque Planetis Minoribus”). Les cinq planètes considérées ici par Riccioli (pour qui, de même que pour les anciens, le soleil est une planète tandis que la terre n'en est pas une) sont Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne.

Riccioli écrit: „Ex prædictis autem hypothesibus præcipuè verò ex antiqua seu Ptolemaica & Alphonsina multi conati sunt fabricare machinas & Automata, quibus Planetarum motus per armillas varias ac circulos oculis ad quoduis momentum temporis subijcerent, & Archimedis vitream æmularentur spheram; Præcipuè Ioannulus Torrianus etc.” Huygens ne cite pas Riccioli littéralement.

³) Il s'agit, pensons-nous, du planétaire de Giovanni de Dondi, savant italien du 14^{ème} siècle, lequel fut prêt en 1364 et que Charles-Quint fit réparer par Torriani; comme ce dernier l'accompagna en Espagne lorsqu'il s'y retira après son abdication, il semble probable que le planétaire qui aujourd'hui n'existe plus, fut également transporté dans ce pays. — Il est vrai qu'il est rapporté que Torriani aurait de plus construit un autre planétaire.

⁴) Chez Riccioli: „Automaton Dano remisit, denunciens illi frustra ipsum de Coelo sollicitum, esse, cum de terra inter ipsos armis certandum esset”.

sareum inscripsit, dicavitque Carolo quinto et fratri ejus Ferdinando Imp. 5).

Item Franciscus Sarzofus Cellanus Arragoneus in opere quodam *Æquator Planetarum* 6).

Item J. Schonerus in *æquatorio astronomico* 7).

Jo. Fernelius in suo *Monalosphærio* 8).

Qui omnes Ptolemæi et Alphonsinis Tabulis nituntur.

Felicius nuper (ait Ricciolus) P. Bonav. Cavallerius in sua *Rota Planetaria Lansbergij tabulis et hypothesibus subnixa* 9).

Keplerus miseretur Apiani diligentiae, cujus interim ingenium multum laudat. *Comment^a. de Stella Martis cap. 14.*

Le passage de Kepler de 1609 cité par Riccioli commence comme suit: „Iam quis mihi fontem porriget lacrymarum, quibus ex merito suo deplem miserabilem Apiani industriam, qui in suo opere Casareo, Ptolemæi fidem secutus, tot bonas horas impendit etc.” Il y parle généralement de la „*automatopoeorum ζευσεργία*”.

Nous observons qu'en 1618, dans son „*Epitome Astronomiæ Copernicæ*”, Kepler s'exprime sur les planétaires avec plus de modération quoiqu'ici aussi sans aucun enthousiasme. Il y parle fort brièvement (p. 7) des „*Automata coelestia, quibus interdum præter nudam delectationem sua etiam constat utilitas, coelo præsertim nubilo*”.

Præter hos à Ricciolo recensitos invenio Justi Burgij organopoei apud Hassiæ Landgravium, automaton exiguum a Rotmanno in epistolis ad Tychonem inmemoratum 10).

Item Alexij Silvij sacerdotis Poloni cujus descriptio legitur apud Claudium Clementem lib. 2 *Musei sect. 2, cap. 5.* Hic dicitur sphaeram Archimedis non tantum imitatus sed et superasse. Item sphaeram Possidonij planetarum motus referentem apud Ciceronem lib. 2 de *natura deorum* 11).

5) Chez Riccioli: „Carolo V Imp. & Fratri eius Ferdinando Roman. Regi”. Riccioli ajoute qu'Apianus y faisait voir les mouvements „in planisphaërijs”.

L'„*Astronomicum caesareum*” d'Apianus parut à Ingolstadt en 1540.

6) Chez Riccioli: „in suo illo *Æquatore Planetarum*”.

7) Une liste des oeuvres de Schöner se trouve dans „Johann Schöner, professor of mathematics at Nuremberg, a reproduction of his Globe of 1523 long lost, his dedicatory letter to Reymer von Strejtpereck etc. with new translations and notes on the globe by Henry Stevens of Vermont, edited with an introduction and bibliography by C. H. Coote”, London, H. Stevens, 1888. Parmi ces oeuvres: „*Æquatorium astronomicum. Babenberge impressum in aedibus Ioannis Schoners Anno Virginei partus 1521*” et „*Equatorij astronomici omnium ferme Vranicarum Theorematum explanatorii Canones, per Ioannem Schöner Charolipolitanum Francum, Mathematices studiosum ordinati. Impressum Nuremberge per Foedericum peypus, 1522*”.

8) „*Monalosphaerium sive astrolabii genus; generalis horarii structura et usus*”, Paris, 1526.

9) Cavalieri publiée en 1646 à Bologne, sous le pseudonyme Silvio Filomanzia, un „*Trattato della ruota planetaria perpetua e dell'uso di quella etc.*”

10) Voyez les Additions et Corrections.

11) Dans le livre cité Cicéron mentionne tant le planétaire récemment construit de Posidonius que celui, plus ancien, d'Archimède (comparez la note 13 de la p. 173): „Quodsi in Scythiam aut in Britanniam sphaeram aliquis tulerit hanc, quam nuper familiaris noster effecit Posidonius, cuius singulae conversiones idem efficiunt in sole et in luna et in quinque stellis errantibus.

Une petite feuille séparée qui se trouve dans les „Chartæ astronomicæ” (f. 200) et qui n’est pas de la main de Huygens donne le texte de l’endroit de Clemens qu’il indique :

Claudius Clemens in Musei exstructione et instructione, libro edito Lugduni anno 1635 ¹²⁾. lib. 2. sect. 2. cap. 5. post recitatum epigramma Claudiani de Sphæra Archimedis ¹³⁾ hæc addit ¹⁴⁾ : Hanc Sphæram, prout eam Archimedes machinatus est,

quod efficitur in cælo singulis diebus et noctibus; quis in illa barbaria dubitet, quin ea sphæra sit perfecta ratione? Illi autem dubitant de mundo, ex quo et oriuntur et fiunt omnia, easque ipse sit effectus aut necessitate aliqua, an ratione ac mente divina, et Archimedes arbitrantur plus valuisse in imitandis sphæaræ conversionibus quam naturam in efficiendis, præsertim quum multis partibus sunt illa perfecta quam hæc simulata sollertius”. Nous ajoutons que Cicéron fait aussi mention de la sphère d’Archimède dans ses Tusculanæ Disputationes I, § 62 (éd. M. Pohlenz, 1918) disant qu’elle montrait — comme celle de Posidonius — le mouvement de la lune, du soleil et des cinq planètes : „cum Archimedes lunæ solis quinque errantium motus in sphæram inligavit, effecit idem quod ille, qui in Timæo mundum ædificavit, Platonis deus, ut tarditate et celeritate dissimillimos motus una regeret conversio. quod si in hoc mundo fieri fine deo non potest, ne in sphæra quidem eosdem motus Archimedes sine divino ingenio potuisset imitari”.

¹²⁾ „MVSEI sive BIBLIOTHECÆ tam priuatæ quàm publicæ Exstructio, Instructio, Cura, Vsus. Libri IV. Accessit accurata descriptio Regiæ Bibliothecæ S. Laurentii Escurialis: Insuper Paramesis allegorica ad amorem literarum. Opus multiplici eruditione sacra simul et humana referunt; præceptis moralibus et literariis, architecturæ et picturæ subiectionibus, inscriptionibus et Emblematis, antiquitatis philologiæ monumentis, atque oratoriis schematis utiliter et amoenè tessellatum. Auctor P. Claudius Clemens Ornacensis in Comitatu Burgundiæ è Societate Iesu. Regius Professor Eruditionis in Collegio Imperiali Madritensi”. Lugduni. Sumptibus Iacobi Prost. MDCXXXV.

¹³⁾ „Iratu Jupiter in sphæram Archimedis pulcherrimo epigrammate inducitur à Claudiano”.

¹⁴⁾ Tout ce qui suit se trouve en effet chez Clemens à l’endroit indiqué. Le Cap. V cité est intitulé : „Globus & sphæra in medio Bibliothecæ ne deesto”.

L’épigramme bien connu de Claudianus, auteur du quatrième et cinquième siècle de notre ère, (cité par Clemens) est le suivant :

Iuppiter in paruo cùm cerneret æthera vitro
Risit, & ad superos talia verba dedit.
Hucine mortalis progressa potentia curæ?
Iam meus in fragili luditur orbe labor?
Intra poli rerumque fidem legemque virorum
Ecce Syracusius transtulit arte senex.
Inclusus varijs famulatur spiritus astris,
Et viuum certis motibus urget opus.
Percurrit proprium, mentitur signifer annum,
Et simulata nouo Cynthia mense redit.
Iamque suum voluens audax industria mundum,
Gaudet, & humana sydera mente regit.
Quid falso insontem sonitus Salmonea miror?
Aemula naturæ parua reperta manus.

subsecuta ipsum sæcula vehementer desiderarunt, ac tandem feliciter, imò etiam perfectiore ratione proximè superiori anno Alexius Sylvius, sacerdos natione Polonus, insignium mathematicorum judicio insignis mathematicus, nobis familiariter notus, Madriti in collegio Imperiali Societatis Iesu absolvit et reliquit: quoties eam video, fatiari videndo non possum, novaque semper voluptate et admiratione afficior. Est autem hujusmodi.

Ponderum lapsu ac vario rotarum implexu diurnas, annuas Solis et Lunæ conversiones, latitudines, synodos, oppositiones, aspectus, tanta fide exhibet, ut in summa motuum anomalia per plura sæcula nullus error qui sensui obnoxius sit, deprehendi possit: rotulis quibusdam industria singulari restituentibus motum, ubi scrupulis, qui negligi solent, concervatis, temporis lapsu a vero deflexerit. Tardissimas quasdam motiones cochlearum beneficio construxit, quæ id efficiant, ut rota una, sole et luna diurnos cursus agentibus, per duodecim annorum millia conversionem unam non absolvat. Sed et hoc admiratione dignum est, eandem machinam ingeniosum illud Aristarchi Samij exhibere commentum, quod avorum nostrorum ætate Nicolaus Copernicus instauravit; sole nimirum quiescente, et sphæra terræ loco conversa, eadem evenire omnia, quæ in stantis terræ hypothefi contingerent.

F. Berthoud, dans son „Histoire de la mesure du temps par les horloges” de l’an X ou 1802, en donne (T.I, p. 31) la traduction libre suivante:

Jupiter, ayant vu la fragile machine
Qui fait mouvoir les cieus sous une glace fine,
Dit aux Dieux, en riant: Un vieux Syracusain
A tâché d’imiter l’ouvrage de ma main!
Des décrets éternels, de cet ordre immuable
Qui régit l’Univers par un art admirable,
Archimède prétend contrefaire les lois.
Un esprit qui conduit mille astres à la fois,
Enfermé dans le sein d’un nouvel édifice,
Règle leur mouvement, en soutient l’artifice.
Dans ce monde apparent, le Soleil j’aperçois
Chaque an finir son cours, la Lune chaque mois.
Ce mortel, enivré de l’ardeur qui l’inspire,
Les voit avec plaisir soumis à son empire.
Du fils d’Eole en vain ai-je détruit les feux:
Un autre veut encor se comparer aux Dieux!

Nous rappelons que l’ouvrage d’Archimède, qui semble être le plus ancien de tous les planétaires — nous en avons aussi dit un mot à la p. 599 du T. XVIII —, est également mentionné au premier siècle de notre ère alors qu’il se trouvait à Rome dans le temple de la déesse Vesta, dans le sixième Livre des Fastes d’Ovide:

Arte syracusià suspensus in aëre clauso
Stat globus, immensi parva figura poli.

II.

CORRECTIONS À APPORTER AU PROJET D'UN PLANÉTAIRE DE 1680—1681.

[1682]

§ 1¹). Alia est proportio temporum periodicorum planetarum sub fixis, alia sub Ecliptica.

L'alinéa suivant est biffé, nous ne voyons cependant pas de raison pour le supprimer: Ego in machina planetaria [celle de Paris] secutus sum [pour Mars, Jupiter et Saturne d'après les p. 151—152 qui précèdent] proportiones periodorum sub fixis. Propterea Eclipticæ circulum mobilem feci, ut secundum præcessionem æquinoctiorum transponi possit, in singulos circiter 72 annos, gradu uno, contra ordinem signorum. Hoc idem necesse est, ut noscatur in quo gradu Eclipticæ planetæ versentur. Et hac ratione stellæ fixæ immobiles manent ut sunt revera. Sed conversiones magni axis singulæ totidem annos fidereos valent, quorum 72 die uno excedunt totidem annos tropicos seu sub Ecliptica. Proinde in annis 72 omnes planetæ retroagendi motu unius diei quippe qui in telluris orbita gradui uni respondet, versato nempe axe communi tantillum, ut rota dierum uno die regrediatur. Vel in universum totidem gradibus retroagenda motu manubrij tellus, (quo ceteri planetæ etiam proportionaliter retrocedent), quot gradibus punctum æquinoctij transijt in præcedentia. Quibus telluris gradibus proxime respondent totidem dies in rota dierum. Hoc modo vera motuum coelestium representatio habetur. simulque motus apheliorum per Eclipticam fere exhibetur, cum reipsa puncta Eclipticæ ad puncta Apheliorum retro ferantur, aphelijs fere respectu fixarum immotis.

Poterat alioqui etiam sic ordinari machina ut proportiones periodorum sub Ecliptica rotarum dentibus tribuerentur, qua ratione Ecliptica immobilis maneret, singulæque conversiones axis magni responderent annis totidem tropicis. Tunc vero fixis stellis motus in consequentia concedendus quantus est punctorum Eclipticæ in præcedentia etsi revera hoc motu stellæ careant.

¹) Manuscrit F, p. 91.

Periodus Mercurij multo melius sic numeris nostris repræsentatur, melius etiam periodus Veneris. Multo quoque melius periodus Lunæ. In Marte ijdem numeri dentium manent. In Jove et Saturno alij fuere inveniendi.

En marge: Hoc secutus sum [savoir dans le planétaire exécuté à la Haye] ²⁾.

§ 2 ³⁾. Hæc in constructione Machinæ Planetariæ secutus sum.

Anni tropici longitudo, sive periodus Telluris sub Ecliptica est dierum 365. h. 5. m. 49'. 15". 46".

Periodus sub Ecliptica	Mercurij dierum	87. h. 23. 14'. 24".	
	Veneris	224. 17. 44'. 55".	
	Martis	686. 22. 20'.	
	Jovis	4330. 1. 26' sive	an. d. h. 11. 315. 1. 26'
	Saturni	10747. 11. 45' sive	an. d. h. 29. 162. 11. 45'
Qualium temporum Periodus Telluris sub Ecliptica est 105190 [§ 3 qui fuit] talium Periodus sub Ecliptica	Mercurij	25335	
	Veneris	64725	
	Martis	197836	[§ 3 qui fuit]
	Jovis	1247057	
	Saturni	3095277	sec. Riccioli
	Mensis synodici	8505	

Hæc aberrationes quæfivi — voyez le § 3 — ex motibus annuis Solis et Planetarum quales apud Ricciolum in Astronomia reformata. E quibus etiam numeros dentium simplicius inveniffem. Vide calculum post 7 pag. (§ 4 qui fuit).

In annis 20	♂	promovendus 0. 7'. 47".
	♀	promovenda 3°. 37'.
	♂	promovendus 0. 24' [§ 3 et § 4 qui suivent]
	♀	promovendus 0. 1' 9"
	♂	promovendus 0. 1'. 34"
		[luna] promovenda 1°. 31' in orbiculo fixo.

Vide post 6 folia [§ 4 qui fuit] ubi Riccioli numeros secutus sum.

²⁾ Consultez aussi sur ce sujet la „Descriptio” avec les notes que nous y avons ajoutées.

³⁾ Man. F. p. 95.

Aphelia	Nodi ascendentes	Declinationes	Semidiametri	Excentricitates
mêmes signes et mêmes nombres de degrés qu'au § 15 de la p. 148 qui précède; seu- lement auprès des 2°59'44" de Vé- nus Huygens n'annote pas seu- lement: Hor- roxio circa 5° :: 4) mais aussi: Ricciolo imo 6.31'33" :: 3.	mêmes signes et mè- mes nombres de de- grés qu'à la p. 149, excepté pour Mer- cure où Huygens écrit 14°29'47" 8 sec. Gallet ⁵⁾ , et où il ajoute: Mercurij nodus descendens 14.51.35" m ex Hevelij observa- tione ⁶⁾ et meo calculo ⁷⁾ .	♂ 6°54' 0" ♀ 3.22. 0 ♂ 1.50.30 ♂ ——— ♂ 1.19.20 ♂ 2.32' 0	Orbium Planetarum mêmes nombres qu'au § 15 de la p. 148.	in ijsdem partibus

§ 3. Nous ne croyons pas devoir reproduire tous les calculs des pages considérées du Manuscrit F. Voici comment Huygens calcule pour Mars la période par rapport à l'écliptique⁸⁾.

Il commence par noter ^{d.} ^h 686. 23.31'.56" Periodus ♂ sub fixis. C'est la période (où il eût pu écrire 57" au lieu de 56") qu'on trouve aussi aux p. 150 et 151 qui précèdent et que nous avons dit être tirée des Tables Rudolphines de Kepler.

Motus annuus ♂ sub Ecliptica dierum 365 ^{signa} 6. ^{gr.} 11. 17'. 8" sive 191°. 17'. 8".

$$\begin{array}{rcl}
 191^{\circ}. 17' 8'' & \xrightarrow{\quad d \quad} & 365 \xrightarrow{\quad h \quad} 360^{\circ} \dots\dots\dots \\
 60 & & 360.60 \\
 \hline
 11477\frac{1}{7} & & \dots\dots\dots \\
 \hline
 80340 & \xrightarrow{\quad 7 \quad} & 7884000 \\
 \hline
 & & 55188000 \xrightarrow{\quad 7 \quad}
 \end{array}$$

⁴⁾ Voyez la note 41 de la p. 149 qui précède.

⁵⁾ „Mercurius sub Sole visus Avenione die 7 Novembris 1677. Observante Joan. Car. Gallet l. V. D. Præposito S. Symphoriani Avenionensis". On peut consulter sur cette observation le Journal des Scavans du 20 Dec. 1677 (cité aussi dans la note 12 de la p. 121 du T. XV).

⁶⁾ Voyez la note 41 de la p. 149 sur le livre d'Hevelius „Mercurius in Sole visus Gedan anno Christiano MDCLXI, d. III Maji, St.n."

⁷⁾ Voyez la p. 325 qui suit où Huygens, en janvier ou février 1682, corrige en 14°22' m la valeur

Par conséquent, en divisant 55188000 par 80340,

$$191^{\circ}.17' 8'' \xrightarrow{d} 365 \xrightarrow{d} 360^{\circ} \xrightarrow{h} 686.22.20' \text{ periodus } \mathcal{J} \text{ sub Ecliptica.}$$

Sur la même page Huygens note pour le mouvement diurne de Mars

$$31'. 26''. 39''' \text{ diurnus } \mathcal{J}$$

C'est, peut-on dire, la valeur de Kepler: dans l'„Almagestum novum”, Lib. VII, Sect. II, p. 534, Riccioli écrivait pour le

$$\text{Motus medius } \mathcal{J} \text{ ab æquinoctio } \left\{ \begin{array}{l} 0 \text{ gr. } 31'. 26''. 39''' . 11^{\text{IV}}. 41^{\text{V}}. 11^{\text{VI}} \text{ d'après Kepler} \\ 0 \text{ gr. } 31'. 26''. 39''' . 8^{\text{IV}}. 21^{\text{V}}. 5^{\text{VI}} \text{ d'après Boulliau;} \end{array} \right.$$

il est vrai que dans l'„Astronomia reformata”, Lib. VII, p. 327, il n'écrit que la valeur d'après Boulliau (en omettant les 5^{VI} et cette fois sans nommer Boulliau en cet endroit), mais Huygens, comme on voit, se contente de reproduire les trois premiers nombres.

Quant à l'angle 6 signa 11°17'8", ou 191°17'8", Riccioli à la page citée de l'„Astronomia reformata” donne cette valeur au mouvement de Mars par rapport à l'écliptique en 365 jours immédiatement après avoir écrit le „motus medius ab æquinoctio” d'après Boulliau; c'est en effet le multiple de cette dernière valeur par 365. Mais en prenant le multiple par 365 de la valeur de Kepler on trouve également 191°17'8".

$$\begin{array}{r} \text{Periodus Martis sub Ecliptica } 686.22\frac{1}{3} \\ \underline{24.12} \\ \dots\dots\dots \\ 197836 \end{array} \text{ en douzièmes parties d'heure.}$$

Dans la même unité on a Periodus \mathcal{J} sub Ecliptica 105190 (comparez la p. 150 qui précède).

C'est donc le rapport 105190 : 197836 qui détermine celui des nombres des dents des roues qui s'engrènent. Ce rapport donne la fraction continue

$$1 + \frac{1}{1} + \frac{1}{7} + \frac{1}{2} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{2} \quad \text{tandis que celle, correspondante, de la p. 151}$$

$$\text{était } 1 + \frac{1}{1} + \frac{1}{7} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{4}$$

En négligeant la dernière fraction partielle $\frac{1}{2}$ de la première fraction continue, on trouve successivement, en remontant, les fractions $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{5}$, $\frac{5}{7}$, $\frac{3}{2}$, $\frac{7}{2}$. Comparez la note 47 de la p. 151 s'appliquant à la deuxième fraction continue.

14°16'42" m de la longitude de Mercure, vu du soleil, donnée par Hevelius (il s'agit ici de l'année 1661), et discute la question de savoir combien cette longitude varie par an (Man. F, p. 99). Mais cette variation est trop faible pour pouvoir conduire à la valeur 14°51'35" m du présent texte pour 1677 ou 1682. Huygens parle apparemment ici (Man. F, p. 95) d'un calcul antérieur qui nous est inconnu.

⁸⁾ Man. F. p. 92.

Huygens peut donc conclure ici aussi: dentes 42 et 79.

C'est pourquoi il disait au § 1: In Marte ijdem numeri dentium manent.

Plus précisément il trouve $197836 - 105190 - 79 - 42\frac{1}{220}$. Bon.

Donc: In 220 annis uno dente promovendus Mars qui facit $4\frac{1}{2}$ gr. circiter ce qui correspond à $24\frac{1}{2}$ en 20 ans, voyez le § 2 qui précède et aussi le § 4 qui suit (tandis qu'à la p. 151 le calcul donnait $42\frac{1}{318}$, d'où se tirait la conclusion: singulis 316 annis uno dente promovendæ rotæ).

Le Manuscrit F contient des calculs du même genre pour Jupiter, pour Saturne ⁹⁾ et pour la Lune.

§ 4. Au § 2 Huygens disait que les „numeri dentium” peuvent être trouvés „simplicius” que d'après le calcul du § 3.

Aux p. 103 et 104 du Manuscrit F il écrit à cet effet:

Secundum Ricciolum medius motus ☉ in anno communi dierum 365

s.	o.	I	II	III	IV	V	VI
11.	29.	45.	40.	30.	56.	5.	1.

ce qui donne à Huygens qui prend seulement 11 31, le nombre 77708431''.

Nous observons qu'en donnant, à la p. 69 (Lib. I, Cap. XIX) de son „Astronomia reformata”, cette valeur au „medius motus solis” en 365 jours, Riccioli cite aussi la p. 540 (Lib. III, Cap. XVII)

de son „Almagestum novum” où il écrivait 11. 29. 45. 40. 50. 38. 0. 0, ce qui aurait fourni à

Huygens, en prenant seulement 11 51'', le nombre 77708451''.

Mars. 6. 11. 17. 8. 6 [voyez le § 3], ce qui conduit au nombre 41317686''.

⁹⁾ Pour Saturne le rapport $4665600000''$ [c.à.d. 360°]: $158451474''$ [c.à.d. $12^\circ 13' 34'' 17'' 54'' 32''$, qui est le motus medius annuus ♄ sub Ecliptica secundum Riccioli astronomiam reformatam pag. 301] conduit à celui des nombres des dents. En prenant 206 pour le premier de ces nombres (voyez la suite de la présente note), nous trouvons pour le deuxième $7 - \frac{1}{508}$.

Or, à la p. 230 du Manuscrit F, datant de 1685 ou 1686, Huygens écrit:

$12^\circ 13' 34''$ motus annuus ♄ Ricciolo, hoc est dierum 365.11'29°45'41'' motus annuus Telluris; ce qui conduit au rapport du dernier au premier $1295141'' : 44014''$ ou $206 : 7 + \frac{1}{1444}$. Il dit donc: Positis in rota Saturni dentibus 206 deberet rota annua isti inserta habere tales dentes $7\frac{1}{1444}$; damus autem tantum dentes 7. Ergo cum anno uno deficiunt rotæ annuæ $\frac{1}{1444}$ unius dentis, manifestum est in annis 1444 deficere dentem unum, hoc est uno dente post tot annos promovendam esse rotam annuam cum quo dente etiam Saturniæ rotæ dens unus progreditur, qui cum efficiat $\frac{1}{208}$ ambitus totius hoc est 1 gr. 44 min. hinc sequitur ut in annis 20 promovenda sit rota Saturni 1 min. 14 sec. [1 min. 34 sec. suivant le § 2 qui précède].

En prenant avec Kepler $365 \times 31'26'' \dots 11^{VI}$ [§ 3], ce qui nous donne ^s $6. 11^{\circ}. 17'. 8''. 22''$, Huygens aurait obtenu le nombre $41317702''$.

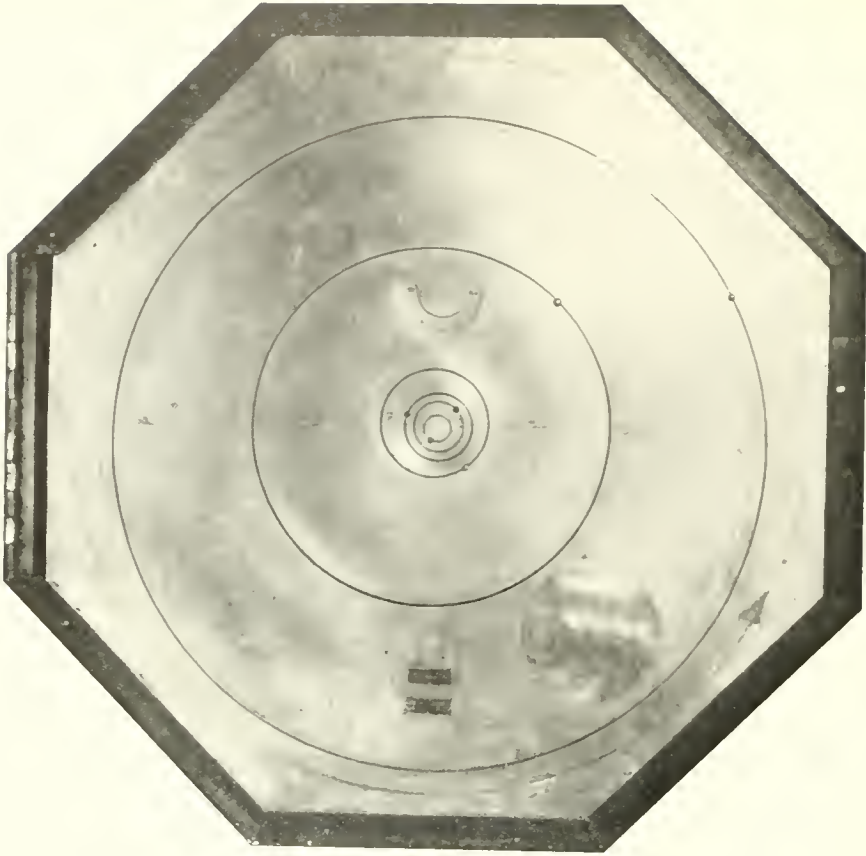
$$77708431 \text{ ——— } 41317686 \text{ ——— } 79 \text{ dentes } \dots$$

Le calcul donne pour le quatrième terme de cette proportion $42 + \frac{1}{228}$ dentes, ce qui s'accorde à fort peu près avec le résultat du § 3: d'après le présent calcul il faut toutefois écrire: In 226 annis (au lieu de : in 220 annis) uno dente promovendus Mars. Ce qui conduit à $24'$ (au lieu de $24\frac{1}{3}'$) en 20 ans; comparez les §§ 2 et 3.

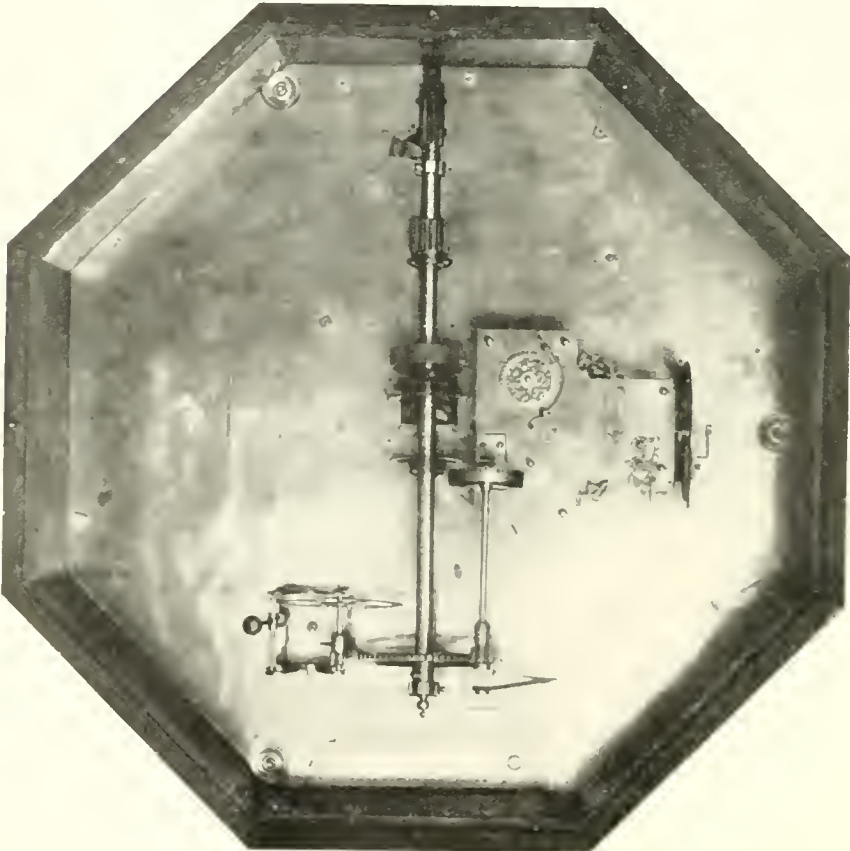
En prenant les nombres 77708451 et 41317702 dont il était question plus haut, on trouve le même nombre de dents $42\frac{1}{228}$.

Suivent des calculs analogues pour Saturne, Jupiter, Vénus et Mercure.





[Fig. 61]



[Fig. 61 bis]

III.

EXÉCUTION DU PROJET CORRIGÉ À LA HAYE EN 1682.

Comme nous l'avons dit dans l'Avertissement, nous nous contentons de reproduire ici [Fig. 61 et 61 bis] deux vues d'ensemble du planétaire de 1682, duquel nous avons parlé aussi au début de l'Avertissement précédent (p. 111). Voyez en outre la note 5 de la p. 343 du T. VIII et la figure vis-à-vis de la p. 525 du T. XVIII.

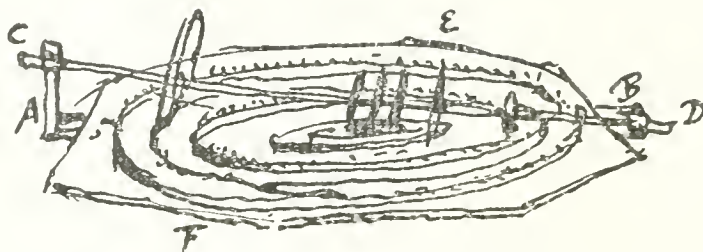
IV.

REMARQUES (LEÇON ALTERNATIVE: AVIS) SUR LA CONSTRUCTION D'UN AUTRE PLANETOLOGE SEMBLABLE AU PREMIER ¹⁾.

[1682]

Il faudroit laisser la plaque de devant EF [Fig. 62] entiere jusqu'a ce que toutes les roues marchassent. Ce seroit un grand abregé a ce travail. A cette plaque il faut

[Fig. 62]



attacher des supports provisionels A, B, pour porter l'arbre CD, chargé de toutes les roues ou pignons qui engrainent dans les cercles dentez des planetes, et dans la roue des 300 ans.

Après que tout ira de cette maniere l'on choisira sur cette mesme plaque les endroits ou l'on pourra mettre les pieds, en sorte que chaque piece, comprise entre deux orbites, tiene apart a la plaque de derriere que l'on mettra apres.


Pour fortifier cette plaque [de devant] il faut y attacher par dessous l'autre plaque dans la mesme situation qu'elle fera par apres par dessus. Cela fera que par apres cette plaque de derriere ne forcera ni ne contraindra pas celle de devant autrement qu'elle n'a fait pendant qu'on a ajusté les dens des roues.

Il faut devant toute chose marquer les orbites des deux costez de cette plaque de devant, en perçant subtilement leur centres, pour estre assuré que l'un costé répond

¹⁾ Manuscrit F, p. 117—118. Les dates du 16 avril 1682 et du 31 août 1682 se trouvent respectivement aux p. 112 et 135. Le 19 février 1682 Huygens écrivait déjà à Gallois (T. VIII, p. 342) à propos de la machine planétaire que construisait van Ceulen qu'„il ne s'en faut que fort peu maintenant qu'elle ne soit achevée”.

juste à l'autre. Puis marquer sur le costé de dedans les places des anneaux plats qui portent les roues dentées, mises sur le champ. Les endroits des pieds étant marquez il faut coucher la plaque de derriere sous la plaque de devant du costé de devant, c'est à dire en sorte qu'elle soit appliquée contre la face de la plaque de devant qui paroîtra aux yeux, et percer les trous des pieds à travers toutes les deux bien perpendiculairement afin qu'ils respondent exactement. L'on rivera les pieds à la plaque de devant, mais on ne limera la rivure qu'à la fin que tout sera prest à estre doré.

Puis il faut percer la plaque de derriere aux endroits où les pignons des planetes attachez à l'arbre CD doivent passer; apres quoy l'on posera cette plaque et on l'attachera, par les pieds susdits, à l'autre plaque, en mettant des escrous à leur bouts, qui sont à vis. Tant plus gros seront les pieds tant meilleurs, surtout aux grandes pieces. Puis l'on ajustera deux supports sur la plaque de derriere en sorte qu'ils portent l'arbre CD, justement dans la mesme situation qu'il avoit étant dans les supports AB, et que cet arbre tourne librement dans tous les quatre. Apres quoy l'on ôtera les supports AB, en laissant l'arbre couché dans les deux autres qu'on vient de mettre, et qui sont pour demeurer.

En dernier lieu l'on coupera la plaque de devant aux orbites des planetes avec un compas à verge, dont le pied qui coupe soit quarré au bout, et mesme un peu plus large par en bas ainsi . Il faudra, pour arrester le pied du centre, attacher

quelque rouleau qui ait un trou au milieu, où ce pied entre. Il faut faire cette coupe par le costé de dedans.

La plaque de derriere doit estre forte, ou l'on pourroit mesme la fortifier le long de l'arbre par une regle mise sur le champ. Il faut considerer mesurer et compasser exactement les roues dentées et les pignons, que les dents s'ajustent parfaitement, en laissant premierement les roues de champ hautes et baissant peu à peu les dents.

Il faut tant soit peu plus de distance entre les plaques que je n'en ay mis, ce qui a fait la roue de champ de Saturne trop basse, qui ne souffroit pas que le pignon fut assez gros; d'où il a fallu avec peine rapetisser la roue de Saturne.

Les roues des jours et des années peuvent estre concentriques à celle de Jupiter.

[Fig. 63]



Sur la roue plate de Saturne il faut river la roue de champ pendant que la roue plate est encore unie au rond dont on la veut couper, autrement elle se retire.

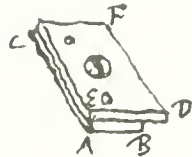
Pour bien ajuster le chassîs de cuivre qui tient la glace, il faut le tenir bandé avec un baston par le milieu et faire qu'ainsi il convienne justement à la boete [Fig. 63], mesme avec autant de poids attaché que la glace peut peser. Puis il faut couper et egrugir la glace qu'elle entre juste dans le chassîs, le quel elle tiendra alors en estat, et il se fermera bien.

Il vaut mieux de n'ouvrir pas la machine mesme par devant, mais seulement la glace.

parce que la charniere est malaisée a ajuster pour le grand poids de la machine. L'on peut suspendre la boete en sorte qu'on la tourne le derriere devant pour voir la machine par derriere. Alors la plaque de devant tiendra la boete en estat, au lieu que c'est autrement le fonds.

Chacune des grandes roues plates tourne contre 5 ou 6 pieces dont il y en peut avoir 3 ou 4 d'arrestees pour tousjours, et rivees sur la plaque de devant. mais les autres doivent estre de deux morceaux dont celui de dessous ABC [Fig. 64] soit rivé

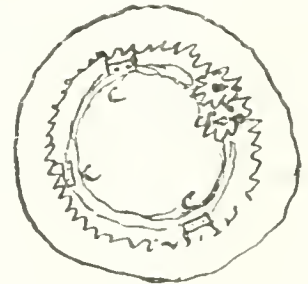
[Fig. 64]



a la mesme plaque, et celui que l'on met dessus, DEF. soit attaché a vis sur l'autre, ou il entre aussi avec deux pointes. par ce moien l'on ne voit point le bout de la vis sur le devant de la plaque.

Au lieu que la roue fixe, dans la quelle engraine le pignon de la Lune, est attachée entre les orbites de la terre et de Venus on devoit l'attacher entre les orbites de la terre et de Mars la faisant dentée en dedans, ce qui feroit tourner le premier pignon a rebours, mais le second qui porte la terre avec la Lune tourneroit comme il faut [Fig. 65], et l'on n'auroit pas besoin du troisieme pignon, comme a cet heure. Et l'on auroit pourtant la justesse de la periode que donnent les deux pignons inegaux. Outre qu'il y a bien plus de place entre les orbites de la Terre et de Mars pour attacher la roue fixe qu'entre celles de la Terre et de Venus. Cette roue auroit aussi les dents plus grandes. Elle doit estre un peu élevée de la plaque, afin que les pieces CCC sous et contre lesquelles coule l'anneau de la terre, puissent estre dessous elle. Il fera bien mieux d'avoir par ce moyen, et la roue, (dentée en dedans), et les pignons, attachez a une mesme piece, qui dans ma machine tiennent a deux pieces differentes.

[Fig. 65]



Il faut faire inegales les dens des roues sur le champ, qui portent les planetes, suivant nostre methode, lesquelles roues par ce moyen seront concentriques aux orbites de leur planetes, et par tout d'egale hauteur. Les divisions inegales des planetes Mars, Venus et la Terre se feront sur des cercles de cuivre, que l'on fera embrasser les cercles de champ, pour y transporter les divisions. Pour Mercure seul il faut des dens egales comme nous avons fait, et une roue de renvoy.

Voyez aussi, à la p. 354 qui suit, l'alinéa des „Pensées meslees” qui commence par les mots: Je pourrois ajuster mon automate dans une sphere armillaire etc.

DANS DIX MILLE ANS . . .
OPINION DE HUYGENS SUR LA SOBRIÉTÉ
DU STYLE QUI CONVIENT AUX AUTEURS
POUVANT ESPÉRER QUE LEURS OEUVRES
SERONT DURABLES.

DANS DIX MILLE ANS... OPINION DE HUYGENS SUR LA
SOBRIÉTÉ DU STYLE QUI CONVIENT AUX AUTEURS POUVANT
ESPÉRER QUE LEURS OEUVRES SERONT DURABLES.

[?] ¹⁾

§ 1. Cogita 10000 annos. Item qualia hæc Chinenſibus quondam apparitura.

Le mot „hæc” désigne apparemment les œuvres occidentales — ou plus généralement la civilisation occidentale — du dix-septième siècle ainsi que, peut-être, de quelques siècles précédents et suivants.

§ 2. Si quem citas, adjiciendum unde cognoscatur vel commendetur.

§ 3. Verba recitare aliorum humile, nisi admodum celebrium. Præstat tuis verbis referre summatim quid dixerint.

A condition, pourrions-nous ajouter, de rendre fidèlement les opinions des auteurs cités, pour ne pas induire en erreur le savant chinois qui nous lira dans dix mille ans...

§ 4. Historia eorum quæ contigerunt, (sed missis minimis) non ingrata erit lectori. Hoc modo vendicandum quod tibi debetur.

§ 5. Quid Cartesius dixisset cogita, qui paucos citat parè laudat. quid Galileus qui liberalius. inter utrumque.

Nous aurions pu remarquer dans le T. XX qu'en critiquant la théorie de Stevin sur l'égalité des 12 intervalles de la gamme Huygens n'a pas cité la brochure de 1659 de D. Rembrantz. van Nierop „Wis-konſtige Muſyka, vertoonende de oorſaekke van 't geluyt, de redens der Zanghtoonen telkonſtig uytgereeckent etc.” où l'on trouve la même critique (les deux derniers chapitres sont intitulés: „VII. De redens der toonen na Symon Stevin”; „VIII. Aenmerckinge op de redens der toonen van Symon Stevin”). Il est vrai que nous ne pouvons pas démontrer que Huygens a connu cette brochure.

§ 6. Refutare particulatim errores obſcuriorum nec opus est nec humilitate caret. Quod ſi vivorum, minus offendet ſi rationem reprehensionis addideris, quam ſi tantum improbes. Hoc quidem ſublimius ²⁾, ſed intolerabilius. Ergo leniter quantum poteſt. Acerba enim decertatio non commendat ſcriptoris indolem, ſed ingenuitas et humanitas. Carpe ergo modeſte, non nimis adſeſeranter. Utere illis *videtur*, *puto*, *non video*. Excusa etiam errantes. Ne videare inſenſus ³⁾.

Huygens nous en aurait peut-être voulu d'avoir publié (T. XX, p. 8) sa critique de 1656 d'un livre de Meibomius, laquelle commence par les mots „Homo plane ineptus est”.

¹⁾ Chartæ astronomicæ, f. 126. La date de cette feuille est incertaine.

²⁾ Comparez les l. 8—11 de la p. 262 du T. XIX.

³⁾ Comparez le premier alinéa de la p. 505 du T. XVIII.

§ 7. Multi ita scribunt quasi in annum unum victura, nec nisi sibi contemporaneis legenda. Aliquid addere se dicunt ne pagina vacet. Festinatione operarum typographicarum se premi profitentur. Styli tenuitatem excusant. Quæ omnia frivola et inepta. Vide quid Archimedes, quid Cæsar, alij quorum scripta ætatem tulerunt. quid in quoque placeat.

§ 8. Libri omnes philosophici, et mathematici, nisi nova quædam inventa aut observata contineant, non diu superstites erunt. Ergo quæ talia non sunt, jungantur talibus ne pereant. si quidem mereantur.

§ 9. Non erit meditandi finis si plane perfecta atque exacta conscribere coneris. Itaque si dubites utrum hoc an illo ordine proponas, aut quid e duobus præferas, ne diu delibera sed alterutrum sequere, non enim res magnas et cognitione dignas, levibus obstaculis remorari oportet. Nimum deliberas ⁴⁾).

§ 10. Et quæ desperat nitescere posse relinquit ⁵⁾. hoc omnino sequendum.

§ 11. Non solum ut intelligi possimus opera danda est, sed et ne possimus omnino non intelligi. Quintilianus ⁶⁾).

§ 12. Non semper opus omnia exequi per quæ tibi fuit eundem ut in sententia confirmareris. Nec tibi ipsi objicere quicquid occurrerit. Sed ista tamen servanda ad usum.

§ 13. Allusiunculæ quædam ad antiquas fabulas apud eos qui de scientijs tractant, ut astronomia aut physica, ut Ceplerus fere perpetuo, et Verulamius cum mythologum agit, ineptæ et insipidæ. Nihil tale apud præci ævi scriptores; an qui talia nugabantur, propterea neglecti perierunt?

N'oublions pourtant pas que l'„Horologium oscillatorium” de 1673 était précédé, non sans le consentement de Huygens, de la longue et fort mythologique „Hadriani Vallii Daphnis, ecloga ad Chr. Hugenum” (T. V, p. 292—298 et T. XVIII, p. 82—83).

Voyez aussi, à la p. 219 qui suit, l'„allusiuncula” de 1684 au fil d'Ariadne. Mais il est vrai que dans les oeuvres scientifiques de Huygens des allusions de ce genre sont à bon droit fort rares.

⁴⁾ Comparez la p. 479 du T. XX.

⁵⁾ . . . et quæ

Desperat tractata nitescere posse, relinquit. --- Horace, de Arte Poëtica, vs. 149—150.

⁶⁾ Nous ne trouvons cette sentence ni dans les „Institutiones oratoriæ” ni dans les „Declamationes”. Fort probablement Huygens a cité de mémoire. D'après le Catalogue de Vente de 1695 il possédait les „Institutiones oratoriæ” (Libri Miscellanei in Octavo n° 80) et aussi les Oeuvres de Quintilien en traduction française (Libri Miscellanei in Quarto n° 284, Quintilien de l'Institution de l'Orateur et les grandes &c entières Declamations, 2 voll. Paris, 1663).

ASTROSCOPIA COMPENDIARIA.



Avertissement.

Nous avons dit quelques mots à la p. 19 qui précède de l'idée, non exécutée, de Huygens de 1662 d'observer les astres avec des lunettes sans tuyau „laissant seulement [le côté] d'en bas [du tuyau]”, ainsi que des observations effectives, sans aucun tuyau, qui eurent lieu en France en 1663 et auxquelles Huygens assista. C'était à Issy, à la maison de campagne de Thévenot, qu'on observait de cette façon suivant les idées d'Auzout ¹⁾. Huygens écrit tant à Moray qu'à son frère Constantyn qu'à travers le petit ais où l'objectif est enchâssé passe aussi, à angles droits, un petit tuyau par lequel un observateur placé auprès de l'objectif vise l'astre désiré, mettant ainsi l'objectif lui-même dans la bonne position, après quoi l'on trouve aisément le lieu qui convient au même instant à l'oculaire placé sur un pied portatif. Il ne dit pas si l'observateur mentionné se trouvait sur une échelle ni à quel objet fixe le petit ais de l'objectif de la lunette aérienne de 35 pieds était attaché. Était-ce à un arbre, à un mât, à un coin de la maison? Et quel était le mécanisme par lequel l'observateur fixait l'ais dans la bonne position? Nous ignorons ces détails. Dans son discours de 1667 sur l'expédition de Madagascar Auzout mentionne ²⁾ „la machine pour se servir des Lunetes sans tuyau”, et dans l'*Astroscopia* Huygens parle en termes généraux ³⁾, à

¹⁾ T. IV, p. 433 et 452, T. VIII, p. 508 („Mr. Thevenot dit — en 1684, à propos de l'*Astroscopia* — qu'il avoit desia pratiqué cette maniere”). Voyez aussi la note 51 de la p. 20 qui précède.

²⁾ P. 32 qui précède.

³⁾ P. 213 qui suit.

propos de cette invention antérieure, d'un mécanisme trop compliqué qui jusqu'ici s'est montré impraticable⁴⁾. Auzout lui-même, encore en 1684, n'était pas de cet avis⁵⁾.

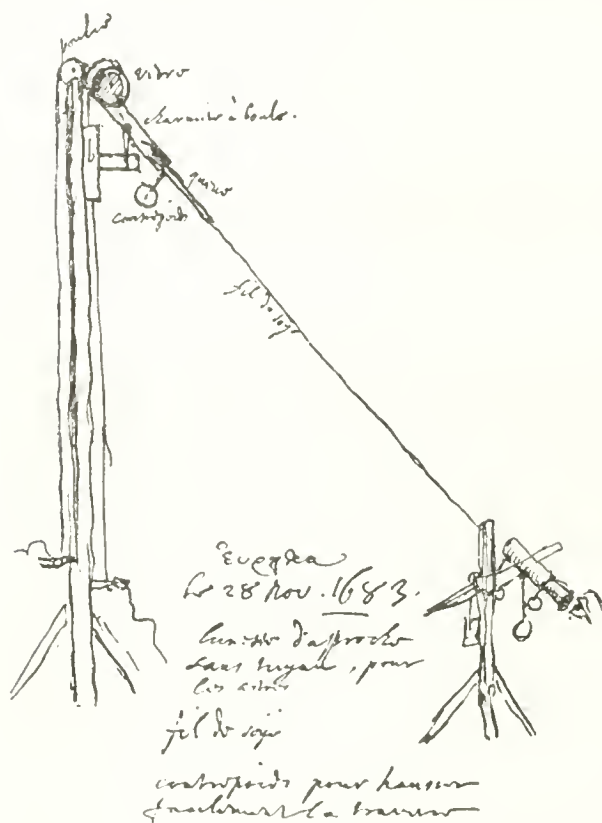
Suivant la lettre de Huygens d'août 1683 à son frère Constantyn, ce fut en lisant un écrit de cette année de Hauteseuille — quoique cet écrit⁶⁾ ne se rapporte pas à une lunette sans tuyau — qu'il conçut l'idée de la nouvelle construction. Mais il est

évident qu'en ce temps il a dû songer également aux lunettes sans tuyau de 1662—1663 ainsi que peut-être à celles de 1667—1668 dont il était question dans la note 3^e de la p. 1^{re} qui précède.

Dans le Manuscrit F⁷⁾ il nota ensuite:

„éuph~~xxx~~ le 28 Nov. 1683.
lunette d'approche sans tuyau,
pour les astres. fil de soye.
contrepoids pour hausser faci-
lement la traverse aupres de
l'oeil.

La piece de bois *b* [figure] glisse le long du mast étant taillée a queue d'aronde. deux regles de bois attachees sur le mast laissent entre deux la coulisse⁸⁾.



⁴⁾ machinatio quædam difficilis nimium etc.

⁵⁾ Voyez, à la p. 488 du T. VIII, sa lettre à Justel de juin 1684, lue en ce même mois à la Royal Society.

⁶⁾ T. VIII, p. 440, „Invention nouvelle pour se servir facilement des plus longues Lunettes d'Aproche: et quelques autres moyens de les perfectionner”. Voyez sur le contenu de cet écrit l'endroit cité, ainsi que les p. 495—496 du même T. VIII, où il est aussi question d'un article antérieur, de 1682, de Boffat sur les télescopes.

⁷⁾ P. 177.

En décembre 1683 Huygens écrit à B. Fullenius ⁹⁾ avoir observé la lune avec sa nouvelle lunette sans tuyau, la distance des lentilles entr'elles étant de 36 pieds ¹⁰⁾. En avril 1685 il est question d'une observation avec un objectif de 84 pieds de foyer, supporté par un mât de 61 pieds ¹¹⁾, en octobre 1686 d'un mât de 105 pieds et d'une lentille de 125 pieds ¹²⁾, en mars 1687 de l'emploi d'une lentille de plus de 200 pieds ¹³⁾.

Nous observons en passant qu'il n'est pas vrai, comme il est dit à la p. 10 du T. XV dans un Avertissement où il est question de „la manipulation de ces instruments [c.à.d. de télescopes] énormes”, que Huygens poussa „la longueur des tubes jusqu'à 122 pieds” : à l'endroit cité ¹⁴⁾ il est en vérité question d'un „telescopium ped. 122” de 1686, mais c'est d'un télescope *sans tube* qu'il s'agit.

La lettre de Huygens à Cassini à laquelle celui-ci répondit le 16 février 1684 ¹⁵⁾ est perdue. D'après la réponse Huygens y avait parlé de sa nouvelle méthode „de faciliter l'usage des grands verres”, mais sans préciser la nature de son invention. Cassini désire apprendre à la connaître puisque Campani venait de lui envoyer „4 objectifs tres excellents”. Au moment de recevoir cette lettre, c. à. d. le 3 mars, Huygens était en train d'écrire l'*Altrosopia*, comme il le dit à la p. 227 qui suit. Cassini a-t-il pu deviner, d'après les termes de la lettre perdue, que Huygens observait sans tuyau? Cela ne paraît nullement improbable. Le 9 mars le père Constantyn, écrivant à H. de Beringhen à Paris ¹⁶⁾, dit que son fils „sauve la difficulté qu'il y auroit à fabriquer, à construire et employer des Tuyaux de Lunette assez longs pour mettre aisément en pratique l'usage de ces grands verres objectifs qui vous sont venus de Rome en France”. Si cette lettre, comme celle de Cassini, a mis seize jours pour arriver à destination, Cassini a pu savoir positivement le 25 ou le 26 mars 1684 qu'il s'agissait

⁸⁾ On lit encore dans la figure: poulie, verre, charniere à boule, queue, contrepoids, fil de soie, oculaire.

Voyez sur „la coulisse” la note 29 de la p. 196 qui suit.

⁹⁾ T. VIII, p. 475.

¹⁰⁾ De 34 pieds dans une observation du 30 décembre (T. XV, p. 145).

¹¹⁾ T. XV, p. 156.

¹²⁾ T. IX, p. 111.

¹³⁾ T. IX, p. 125.

¹⁴⁾ T. XV, p. 159.

¹⁵⁾ T. VIII, p. 482.

¹⁶⁾ T. VIII, p. 483.

d'observations sans tuyau. Mais comme il écrit à Huygens au commencement de juin 1684 ¹⁷⁾ avoir trouvé déjà le 21 mars avec une des lentilles italiennes — celle de 100 pieds de foyer —, en observant sans tuyau, deux nouveaux satellites de Saturne — il s'agit de Thetys et de Dione, quatrième et cinquième satellites, tandis que Huygens retrouvait avec quelque peine (voyez la p. 205 qui suit), Japet et Rhéa, découverts à Paris respectivement en 1671 et 1672 ¹⁸⁾ — A. Wolf a peut-être raison de dire: „A telescope in which the objectglass and the eyepiece were in separate pieces was *independently* [nous soulignons] introduced by Cassini” ¹⁹⁾, contrairement à la remarque de Constantyn frère ²⁰⁾.

Dans l'*Astroscopia*, donc déjà avant d'avoir appris la découverte des deux nouveaux satellites, Huygens reconnaît la supériorité des instruments italiens de construction récente ²¹⁾.

Quant à la première manière de Cassini d'observer sans tuyau, celle de mars et avril 1684, elle avait le grand avantage que l'observateur n'était pas dérangé par le vent: l'objectif était attaché dans une fente à la tour orientale de l'observatoire ²²⁾.

¹⁷⁾ T. VIII, p. 492.

¹⁸⁾ Comparez la p. 35 du T. XVIII.

¹⁹⁾ A. Wolf, *A history of science, technology, and philosophy in the 16th and 17th centuries*, London, G. Allen & Unwin, 1934, p. 165.

²⁰⁾ T. VIII, p. 526, lettre du 13 août 1684: „Après tout la pensée d'observer sans tuyau ne luy est asseurement venue qu'après avoir veu vostre *Traitté* [ceci est impossible], ou avoir eu quelque vent de l'invention”. Dans sa lettre du 10 août à son frère Huygens lui-même avait d'ailleurs écrit dans le même sens.

²¹⁾ P. 211 qui suit.

²²⁾ Outre la lettre de Cassini à Huygens du 5 juin 1684 (notre T. VIII, p. 492) on peut consulter dans le livre de C. Wolf (p. 164 et suiv.) une note manuscrite de Cassini sur ce sujet, publiée pour la première fois en cet endroit. Suivant Bigourdan (ouvrage cité à la p. 13 qui précède) Cassini était placé „à 27 mètres en contre-bas de l'objectif”.

Il est évident, vu les dimensions de l'observatoire, que cette méthode ne pouvait pas servir pour des objectifs dont la distance focale était supérieure à 100 pieds.

Bientôt après Cassini observa encore sans tuyau d'autres façons, comme il le dit dans le *Journal des Sçavans* du 22 avril 1686 dans son article „Nouvelle découverte des deux Satellites de Saturne les plus proches, faite à l'Observatoire Royal”. „Nous avons employez [les objectifs de Campani] sans tuyau”, y dit-il, „d'une manière plus simple que celles que l'on a proposées avant & après, dont nous parlerons en une autre occasion, & nous avons veu depuis tous ces Satellites par celle de 34 pieds [il a été question plus haut de deux objectifs plus anciens de Campani de 17 et de 34 pieds; le genre féminin du mot „celle” nous paraît être une erreur de plume] & continué de les observer aussi par les verres de Monsieur Borelli de 40 et de 70 pieds

Dans l'*Astroscopia* Huygens parle lui-même ²³⁾ de la difficulté provenant du vent; voyez encore sur ce sujet les p. 51, 88 etc., datant de 1686, de notre T. IX. En 1693 il va jusqu'à dire qu'il a eu tort d'avoir observé sans tuyau pour des longueurs inférieures à 80 pieds; ce n'est qu'à partir de cette longueur „ou les tuyaux ne peuvent aller” qu'il faut se servir de sa méthode ²⁴⁾.

A Paris on s'avisa en 1685 de se procurer pour les observations la tour de bois de Marly, haute de 120 pieds. Du Hamel écrit le 23 mai de cette année à Huygens ²⁵⁾ — après avoir mentionné les observations sans tuyau — qu'on va faire venir la dite tour „en cas qu'on ueuille se servir de tuyau”. Suivant lui la tour devait donc servir uniquement à y appuyer de longues lunettes, un peu comme Huygens dit dans l'*Astroscopia* ²⁶⁾ qu'on peut appuyer son mât contre une tour ²⁷⁾. Il est cependant certain que la tour de Marly était aussi employée pour observer sans tuyau: voyez p.e., outre la note 22 qui précède, la p. 167 du livre de C. Wolf où il est question des escaliers de la tour servant à „y porter les objectifs”, ainsi que la lettre du 5 décembre 1686 de de la Hire à Huygens ²⁸⁾ où il parle à propos de la tour des „coulisses par les costez pour eleuer le uerre obiectif a toutes fortes de hauteurs”. Ces coulisses font apparem-

[voyez sur Borelli la note 18 de la p. 241 qui suit], & par ceux que Mr. Artouquel [Hartsoeker] a nouvellement travaillez de 80 de 155 & de 220 pieds . . . Nous avons placé ces grands verres tantost sur l'Observatoire, tantost sur un grand mats [voyez, à la p. 101 du T. IX, ce que de St. Didier rapporta à Huygens sur cette méthode d'observer, analogue à la sienne], tantost sur la tour de bois [comparez l'alinéa suivant du texte] que S.M. a fait transporter pour cet effet de Marly sur la terrasse de l'Observatoire. Enfin nous en avons mis dans un tuyau monté sur un support fait en forme d'échelle à 3 faces, ce qui a eu le succez que nous en avions esperé”.

²³⁾ P. 225 qui suit.

²⁴⁾ T. X, p. 488, lettre du 1 septembre 1693 au frère Constantyn. Voyez aussi l'opinion exprimée par W. Molyneux (T. VIII, p. 529): „When I say a thing is impracticable (as I said of his astronomia compend.) I do not mean 't is absolutely impossible to effect, etc.” Le frère Constantyn écrit en novembre 1690 (T. IX, p. 545) qu'on veut „faire dresser un mast aussi haut que je voudray dans une basse-court de Gresham-College”, ce qui pourtant n'eut pas lieu en ce temps, puisqu'il mentionne encore ce projet en 1692 (T. X, p. 220, 231, 232). Voyez l'opinion favorable exprimée par Newton dans ses „Opticks” de 1704 (T. VIII, p. 489).

²⁵⁾ T. IX, p. 10.

²⁶⁾ P. 227 qui suit.

²⁷⁾ Comparez ce que proposait Hevelius dans le Chap. XXI de sa „Machina coelestis, pars prior” de 1673.

²⁸⁾ T. IX, p. 113

ment du même genre que celles dont Huygens se servait ²⁹⁾. Il n'avait donc pas tout-à-fait tort en écrivant en août 1684 à son frère Constantyn ³⁰⁾ ne pas douter „que dans la suite du temps [les Parisiens] ne soient bien aises de suivre [sa] methode”. Rien n'indique cependant qu'à Paris on aurait, du vivant de Huygens, réglé la position de l'objectif par un long fil. Voyez aussi à ce sujet la p. 101 du T. IX déjà citée dans la note 22. Mais consultez aussi la p. 236 qui suit sur un article de de la Hire de 1715.

Dans son avis au lecteur, Huygens dit avoir ajouté à sa brochure l'addition que contient cet avis ³¹⁾ lorsque l'*Astroscopia* avait déjà été imprimée sans cependant avoir été publiée. Avant d'écrire cet avis, donc avant la publication officielle, il avait toutefois déjà envoyé des exemplaires de son petit ouvrage à diverses personnes ³²⁾; cela ressort du fait que Cassini le remercie de son premier envoi le 5 juin 1684 ³³⁾, tandis que l'addition ne lui est envoyée par Huygens que le 6 juillet ³⁴⁾. La rédaction des „Nouvelles de la République des Lettres” connaissait cette dernière en publiant leur n° de mai 1684: cette publication a dû en réalité avoir eu lieu un peu plus tard.

Un des premiers exemplaires incomplets fut adressé au marquis de Louvois ³⁵⁾. Comme il ressort de la lettre de Huygens qui accompagnait la brochure, il se proposait encore en mai 1684 de retourner à Paris: il dit attendre toujours l'honneur des ordres du marquis.

²⁹⁾ Peu importe que le mot „coulisse” est employé dans deux sens différents. Chez Huygens (p. 192 qui précède et note 4 de la p. 213) ce mot désigne la longue pièce de bois qui glisse dans la rigole régnant tout le long du mât. Ailleurs c'est la rigole elle-même qui est désignée par le mot „coulisse”. Il en est ainsi tant dans les „Nouvelles de la République des Lettres” d'Amsterdam de mai 1684 (p. 313—315) où l'*Astroscopia* ou „Moyen abrégé d'observer les Astres sans Telescope” est annoncée que dans l'annonce ou extrait (avec figure), qui parut à Paris dans le n° du 4 décembre 1684 du *Journal des Sçavans*: il est question dans ce dernier d'„un mast de Navire ou Arbre, au haut duquel soit une poulie avec une coulisse qui regne tout le long par laquelle passe une piece de bois d'où sort un bras en situation horizontale etc.”

Dans la lettre citée de de la Hire le mot „coulisse” peut avoir l'un ou l'autre sens, celle de rigole semblant la plus probable; mais, comme nous l'avons dit, cela n'a aucune importance.

³⁰⁾ T. VIII, p. 525.

³¹⁾ Le brouillon d'une partie de cette Pièce se trouve à la p. 191 du Manuscrit F.

³²⁾ B. Fullenius remercie Huygens de l'envoi de sa brochure le 23 mai 1684 (T. VIII, p. 489).

³³⁾ T. VIII, p. 492.

³⁴⁾ T. VIII, p. 506.

³⁵⁾ T. VIII, p. 488. Lettre de Huygens du 18 mai 1684.

Le tout premier exemplaire envoyé en France, semble-t-il, fut celui que Huygens adressa à Cl. Perrault et qui était apparemment destiné à l'Académie des Sciences: il est mentionné dans les Registres sous la date du 17 mai 1684 ³⁶⁾. Ce n'est que le 25 août que Perrault remercie Huygens de „la feuille contenant l'addition” ³⁷⁾.

Une feuille du portefeuille „Musica” ³⁸⁾ donne la liste des personnes qui reçurent l'*Astroscopia* ³⁹⁾.

D'après la lettre du 19 juin 1684 à son frère Constantyn ⁴⁰⁾ les premiers exemplaires de l'*Astroscopia*, dépourvus de l'addition, avaient une autre préface, puisqu'il écrit: „Je fais imprimer de nouveau la preface ad Lectorem . . . et l'on mettra cette dernière à la place de l'autre”.

La lunette aérienne de Huygens comme celle, antérieure, d'Auzout et comme celles qu'on employa à Paris en et après 1684, ne pouvait servir utilement qu'à contempler la lune et les planètes (ou, le cas échéant, les comètes). Ne disposant pas de lentilles comparables à celles de Campani — voyez aussi sur ce sujet l'Avertissement suivant — Huygens n'a jamais réussi à voir le quatrième et le cinquième satellite de Saturne. Il est donc évident qu'après 1681 il n'a pas pu découvrir à la Haye — comme cela avait jadis été le cas pour l'anneau et le premier satellite de Saturne — de nouvelles particularités invisibles ailleurs. Ceci suffit pour expliquer qu'il n'a pas noté beaucoup d'observations faites avec son nouvel instrument. Il écrit d'ailleurs en diverses occa-

³⁶⁾ Voyez la note 1 de la p. 507 du VIII.

³⁷⁾ T. VIII, p. 531.

³⁸⁾ Portefeuille „Musica”, f. 1. Il a été question de cette feuille aux p. 1, 88 et 154 du T. XX. On y trouve aussi une ébauche grossière du rhombe ou losange dont il est question dans l'addition à l'*Astroscopia* (fig. 66 qui suit).

³⁹⁾ Louvois. Cassini. Perrault. Abbe la Roque. de Volder. du Hamel. Dierkens. Pater. Frater Z. et droffart. Ellemeten. St. Annelant. Dewilm. Pr. Borghefe. Hudde. S. Didier. C. d'Avaux. van Durven. Leeuwenhoeck. Schuijlenburg. Cortechoef. Boile. Wren. Hooke. Covel. Vossius. Viviani. Campani. Wallis. Cafe. Fullenius. Vegelin. Hautefeuille. Beringen. Baile. Thevenot. Muffenbroeck. Hevelius. Guldenstolp. Justel. P. Richot.

Et encore une fois à part: Guldenstolp. Gaegh. van Durven. Leeuwenhoeck. Voyez la p. 88 du T. XX sur la visite de Leeuwenhoeck et des frères van Durven à Huygens en juin 1684.

⁴⁰⁾ T. VIII, p. 502.

sions que le jardin de la maison paternelle du Plein, où le mât était dressé, n'est pas assez grand pour permettre toutes les observations ⁴¹⁾). Notons encore que Karl, lantgrave de Hesse depuis 1675, le futur mécène de Papin, ayant vu „l'appareil des grandes Lunettes” à la Haye, voulut en avoir un pareil ⁴²⁾; quoique Huygens dise: „je crois qu'il faudra travailler” pour le lui procurer, nous ne voyons pas que le prince ait reçu ce qu'il désirait ⁴³⁾).

En 1684 et dans les années suivantes ni Huygens ni les astronomes français, anglais ou allemands ne pouvaient prévoir qu'on réussirait dans la suite à fabriquer des lentilles achromatiques, qui rendraient superflues les lunettes excessivement longues, tant celles à tuyau que les aériennes.

Nous avons déjà dit quelques mots dans le T. XV ⁴⁴⁾ sur la mesure du diamètre apparent de Jupiter dont Huygens compara d'abord, le 18 juin 1684 ⁴⁵⁾, l'image vue

⁴¹⁾ Voyez e.a. les p. 94, 111 et 125 du T. IX. C'est ainsi que Huygens écrit à Cassini (p. 94 citée): „Je vous envie un peu la belle commodité que vous avez de pouvoir observer de tous costez avec les plus grands verres, au lieu que les nostres demeurent presqu'inutiles faute d'un lieu couvert, et d'une hauteur suffisante. Etc.”.

⁴²⁾ T. IX, p. 31.

⁴³⁾ En général Huygens ne travaillait pas pour autrui. Le 1 Nov. [1687] il écrit (Manuscrit F. p. 331): Un homme de la part de Waesberghe libraire a Amsterdam m'est venu demander si je scavois quelqu'un qui pût fournir a un seigneur allemand un verre objectif de lunette de 150 palmi d'Italie, c'est a dire de 100 pieds, avec un oculaire de 37 pouces environ. Il avoit la grandeur de l'un et l'autre marquée par des cercles sur un papier, autour desquels en dedans estoit escript en allemand et en dehors en françois que c'estoient la les grandeurs des verres pour l'un et l'autre bout de la lunette. Je luy dis que j'en faisois de tels pour mon usage mais non pas pour d'autres. Et luy nommay Hartsoecker a Paris ou Campani a Rome. De l'autre costé du papier estoit marqué un tube faict de plusieurs pieces. Seroit ce de la part de Hevelius peutestre?

⁴⁴⁾ T. XV, p. 37 et 52.

⁴⁵⁾ Lettre du 19 juin au frère Constantijn; comparez la note 40 de la p. 197.

à travers le télescope aérien avec la lune vue à l'oeil nu qui se trouvait dans le voisinage de la planète ⁴⁶⁾ et qu'il observa un peu plus tard ⁴⁷⁾ en introduisant dans le télescope la „vergette plate de cuivre . . . qui va en diminuant”, ce qui permet de remarquer „l'endroit de cette verge qui couvre justement la planète”.

Il ne poursuivit pas cette recherche, puisqu'il avait en somme pleine confiance dans les résultats déjà antérieurement obtenus par cette dernière méthode lesquels cependant sont moins exacts qu'il ne croyait ⁴⁸⁾.

⁴⁶⁾ Comme il l'avait fait en 1656 pour la planète Saturne (T. I, p. 424) et en 1659 pour la planète Mars (T. XV, p. 64).

⁴⁷⁾ Lettre à son frère du 26 juin 1684, T. VIII, p. 505.

⁴⁸⁾ T. XV, p. 37. On peut consulter aussi la p. 192 du même Tome, où toutefois le chiffre 1,28 de la septième ligne qui se rapporte à la planète Jupiter, est apparemment une faute d'impression pour 1,78.

CHRISTIANI HUGENII

CONST. F

ASTROSCOPIA
COMPENDIARIA,

TUBI OPTICI
MOLIMINE LIBERATA.

ACAD. VGD



HAGÆ-COMITUM,

Apud ARNOLDUM LEERS, Bibliopolam.

clō. 1o. c. LXXXIV.

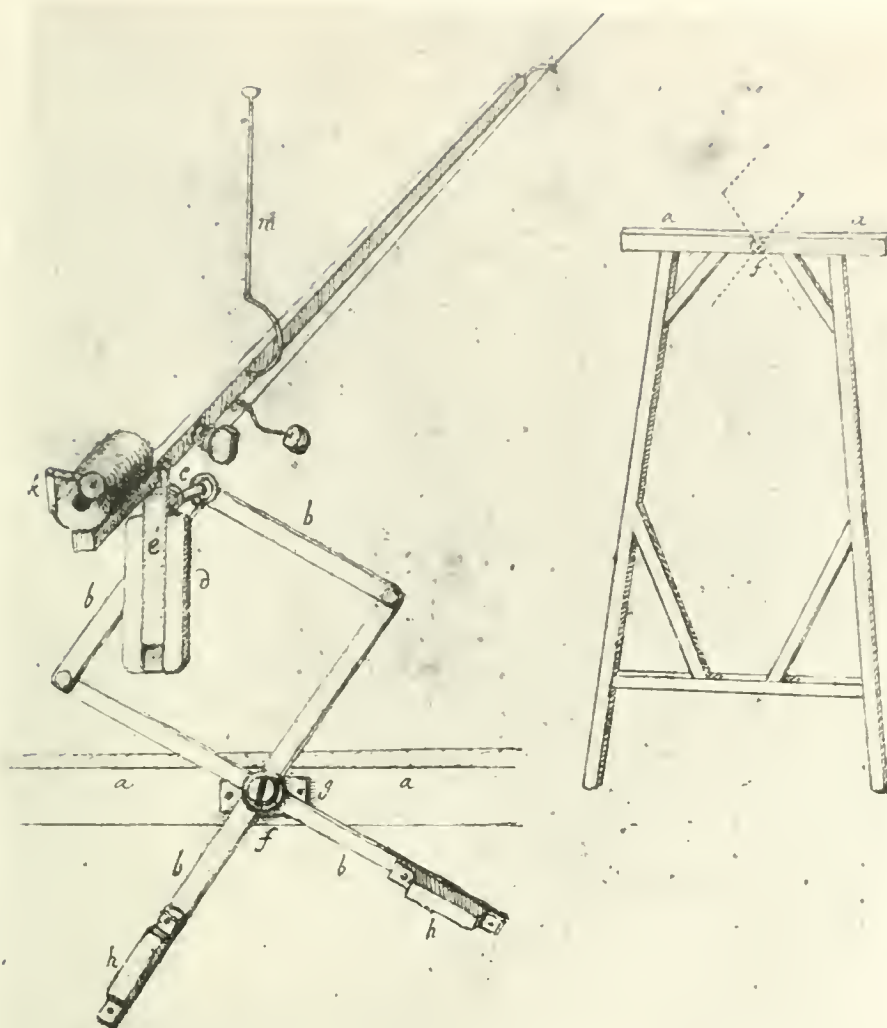
AU LECTEUR.

Notre nouvelle Astroscopie, imprimée mais pas encore publiée, nous paraissait en tout point parfaitement achevée, lorsque, comme cela arrive souvent, une réflexion ultérieure nous fournit les moyens de rendre notre méthode encore meilleure et plus commode. Il nous a paru bon d'ajouter ici l'addition qui s'y rapporte, mais puisque tout ceci a été trouvé plus tard, nous conseillons de ne la lire qu'après avoir pris connaissance de la description et des figures du traité lui-même.

Dès que des visiteurs, moins accoutumés aux observations astronomiques, nous sont arrivés pour voir notre invention et contempler les Planètes, l'expérience nous a appris qu'ils avaient quelque peine à amener dans leur champ visuel l'astre qu'ils désiraient voir, comme il en avait été aussi auparavant lorsqu'ils étaient venus pour regarder à travers de grands télescopes à tuyaux. Mais dans ce dernier cas nous avions pris l'habitude de chercher l'astre nous-mêmes, de sorte que le spectateur n'avait qu'à appliquer son oeil, à notre invitation, au télescope resté dans la bonne position. Or, nous ne pouvions maintenant nous servir de la même méthode, puisque la lentille oculaire ne pouvait être fixée en un endroit déterminé. Il fallait donc ici aussi trouver un moyen de la tenir en place. C'est ce que nous avons fait à l'aide d'un petit appareil attaché au soutien à deux pieds représenté dans la grande figure [Fig. 67], comme on peut le voir dans la figure ci-jointe [Fig. 66].

Dans cette dernière *aa* est l'ais transversal à l'extrémité supérieure du soutien et faisant partie de lui. *bb* est un rhombe pliable en cuivre, dont deux côtés sont prolongés jusqu'à une longueur double. La longueur des côtés est de $5\frac{1}{2}$ pouces, leur largeur un peu supérieure à un demi-pouce, leur épaisseur d'un peu plus d'un dixième de pouce. Une vis de fer *f* relie ce rhombe au milieu de l'ais transversal; au-dessous d'elle se trouve une pièce de cuivre ou de fer *g* et en outre une plaque quelque peu convexe de cuivre mince grâce à la pression de laquelle le déploiement du rhombe a lieu avec lenteur et continuité. Au sommet de ce dernier et perpendiculairement à lui un axe ou plutôt une petite colonne *c*, longue d'un pouce et demi, fait saillie. A l'autre extrémité de cette colonne est attachée une plaque mobile, longue de 4 pouces, large d'un demi-pouce, invisible dans la figure puisqu'elle est recouverte par la pièce de bois *d* de même longueur dans laquelle elle est encadrée. Une deuxième plaque de cuivre *e* est également encadrée dans cette pièce laquelle a par devant une rainure dans sa surface plane. Cette dernière plaque soutient par un petit axe mobile la verge portant la lentille oculaire enfermée dans son petit tuyau. Or, pour obtenir que le

Fig. 66



AD LECTOREM.

Videbatur jam perfecta absolutaque omnibus numeris nova Astroscopia nostra; typisque excusa, nondum tamen edita erat; cum secundis cogitationibus, ut sit, alia quedam nobis in mentem venire, quibus ea melior commodiorque fieret. Quæ cum auctarii vice hic adponere visum sit, simul hoc monemus, ut, sicut posterius reperta fuere, ita ultimo loco, postquam reliqua descriptio ac delineatio percepta fuerit, legantur.

Cum primum spectatores invento nostro, ac Planetis nacti sumus, telescopicis observationibus minus affluetos, docuit experientia, eos quidem per se difficilius stellæ conspectum consequi; sicut antehac quoque, ubi in grandiores tubos inciderant, eveniebat. Quod autem hic fieri solitum, ut, reperto prius sydere, ac manente tubo, tantummodo oculum ei spectator iussus admoveret, id non perinde nobis nunc imitari licebat; cum lens oculo proxima, ubi defigeretur, non haberet. Itaque hic quoque ratio fuit excogitanda, qua positum suum fervaret ocularis lens. Quod quidem præstitimus machinæ exiguæ opera, quæ fulcro bipedi, in descriptione designato affigitur; ut in figura adjecta videre est.

Transversarii namque in summo fulco pars est *aa*. Rhombus plicatilis ex ære *bb*, binis lateribus ad duplam longitudinem productis. Longitudo laterum pollices $5\frac{1}{2}$ latitudo paulo major pollice dimidio; crassitudo parte ejus decima. Hunc rhombum transversarii medio applicitum tenet cochlea ferrea *f*, suppositâ aris vel ferri particulâ *g*, ac preterea orbiculo ex ære tenui, leniter convexo, cujus pressu lentus æquabilisque efficitur motus rhombi ac diductio. Porro ex angulo ejus superiore, axis seu columella prominet *c*, perpendiculariter insistens, longitudine sesqui pollicis. Cujus capite altero lamella mobilis adhæret, 4. pollices longa, dimidium lata; quæ hic conspici nequit, quippe recta capulo ligneo *d*, paris longitudinis, cui conferta est. Huic demum capulo, plano ac parte anteriori leviter inciso, inferitur lamella altera ænea *e*, quæ super axiculo mobili bacillum sustinet, cum affixa oculari lente, tubulo suo inclusa. Ut autem

rhombe avec sa charge soit en équilibre indifférent par rapport à l'axe f , certains poids égaux entr'eux hh sont attachés aux extrémités des côtés prolongés.

Ceci ayant été ainsi arrangé, la lentille oculaire reste en place en quelque endroit qu'elle ait été amenée par la main de l'observateur, la pièce d demeurant toujours verticale. De cette façon, lorsque l'astre a été trouvé, le visiteur moins expérimenté prend aisément la place du premier observateur et jouit du même spectacle. En effet, le fil qui joint les deux lentilles fait que le soutien, légèrement incliné du côté de l'observateur, garde sa position quoique reposant sur deux pieds seulement, et en même temps le fil est tendu par le poids du soutien et des objets que nous avons dit y être attachés, de sorte qu'on ne peut désirer dans cette affaire rien de plus apte ni de plus commode.

La hauteur du soutien est de 4 pieds 9 pouces, son poids de $2\frac{3}{4}$ livres. Celui de la lentille oculaire, avec le petit tuyau et la verge, d'une demi-livre. Celui du rhombe avec les poids hh , de $2\frac{1}{4}$ livres. Je donne ces chiffres pour mettre tout-le-monde en état d'imiter avec d'autant plus de facilité notre construction qui a fait ses preuves.

Nous ajouterons maintenant encore une autre remarque grâce à laquelle notre méthode d'observer est rendue plus parfaite. Il est permis de n'en tenir aucun compte; cela n'entraînera pas de conséquences fâcheuses. Cependant elle n'est nullement négligeable pour un contemplateur diligent du monde stellaire. Voici à quoi elle revient. Lorsque je cherchai attentivement les fameux satellites cassiniens de Saturne et que j'eus de la peine à les voir, surtout pendant les nuits pas tout-à-fait noires, je compris que l'obstacle gisait dans une certaine faible luminosité se propageant de l'air à l'œil; il ne s'agit pas de la lumière qui vient par la grande lentille, mais de celle qui passe à côté. Pour exclure cette faible lumière inopportune, je savais bien qu'il était utile d'entourer la lentille, comme je le faisais déjà en observant la lune, de mon anneau de papier. Mais pendant que je m'occupai de ceci, un autre remède plus efficace, à ajouter au premier, me vint à l'esprit, savoir la coarctation, par l'interposition d'une lame perforée, de la pupille de l'œil qui sinon est largement ouverte dans les ténèbres. Aussitôt que j'en fis l'expérience, je vis distinctement les trois lunules de Saturne, tandis qu'en écartant la petite ouverture, je n'aperçus que celle du milieu, c. à. d. la miennne. Toutefois comme un astre déterminé est moins aisément trouvé avec une pupille ainsi réduite que lorsqu'elle est largement ouverte, j'ai attaché cette lamelle ronde perforée, large d'un demi-pouce, par un petit bras mobile de la figure d'un Δ grec — il est indiqué dans la figure par la lettre k — au fond du petit tuyau par lequel on regarde la lentille oculaire et qui a une ouverture plus large, de telle manière qu'il est possible de placer l'ouverture plus étroite devant l'autre après que l'astre a été trouvé au moyen de cette dernière.

L'un ou l'autre de mes lecteurs pourrait croire que par cette contraction de la vue le champ doit paraître bien plus obscur. Il est pourtant certain que si le diamètre de la petite ouverture a au diamètre de la grande lentille un rapport égal à celui des deux distances focales, le champ d'un pareil télescope n'est aucunement plus obscur que

rhombus cum imposito onere æqualiter libretur super axe f , adjiciuntur in productis lateribus extremis pondera paria h/h , quantis ad hoc opus est.

Quibus ita se habentibus, quocumque perducta fuerit observantis manu lens ocularis, capulo d semper deorsum converso, ibi sponte sua consistit; atque ita, invento sydere, facile imperitior spectator in prioris locum succedit, eodemque fruitur spectaculo. Facit enim funiculus utramque lentem conjungens, ut positum suum fulcrum servet, spectatorem versus reclinans, etsi duobus tantum pedibus insistat; simulque fulcri pondere, eorumque quæ ipsi imposita docuimus, idem funiculus intenditur; adeo ut nihil aptius commodiusve hac re optari queat.

Altitudo fulcri est pedum 4. poll. 9. Gravitas ejus librarum $2\frac{3}{4}$. Lentis ocularis, cum tubulo & bacillo, gravitas libra dimidia. Rhombi cum ponderibus h/h , libræ $2\frac{1}{4}$. Quæ propterea adscribo, ut constructionem nostram, experientia comprobata, eo facilius cuivis imitari liceat.

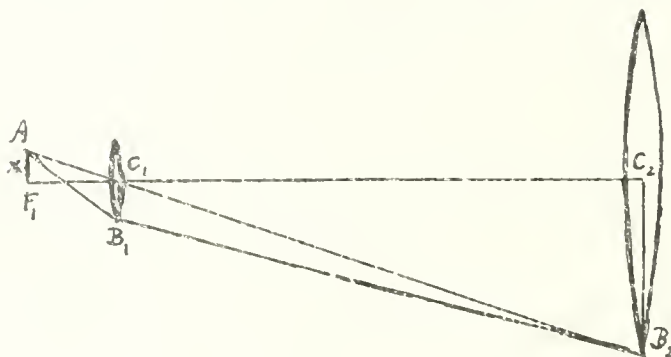
Nunc vero aliud præterea addemus, quo perfectior evadat hæc nostra observandi ratio. quod licet, omissum, nihil plerumque noceret, curioso tamen syderum inspector nequaquam est negligendum. Nempe cum Saturni comites illos Cassinianos diligentius requirerem, eosque difficulter adsequerer, præsertim noctibus non admodum obscuris, intellexi in causa esse lucem tenuem quandam, ab aëre ad oculum manantem; non eam quæ per lentem majorem advenit, sed quæ extrinsecus circum latera præterlabitur. Huic importunæ luculæ excludendæ, non nihil quidem conducere sciebam, si circum illum papyraceum, quo in luna observanda utebar, etiam hic lenti majori circumponerem. Sed aliud efficacius remedium, circa hæc occupato incidit, priori illi jungendum; ut nempe, perforatæ laminæ oppositu, oculi pupilla arëtaretur, quæ alioqui per tenebras late patere solet. Cujus simul ac experimentum feci, jam clare tres Saturni Lunulas conspexi; cum amoto exiguo foramine media illa nostra tantum cerneretur. Quia vero, ita reductâ pupillâ, minus facile propositum sydus investigatur, quam cum tota patet, idcirco orbiculum illum perforatum, ac semipollicem latum, brachiolo quodam mobili, ac Græco A hærentem simili, cui in figura hac adscriptum est k , ita conjunximus tubuli fundo per quem lens ocularis inspicitur, quique latiori foramine pervius est, ut non ante quam hoc foramine sydus inventum fuerit, superinducatur alterum illud angustius.

Credidisset fortasse aliquis hac oculi contractione non parum visum obscurari, cum tamen certum sit, si diameter exigui foraminis, ad diametrum aperturæ lentis majoris eam rationem habeat, quam habent inter se focorum utriusque distantia, nihilo obscurius telescopio ejusmodi omnia cerni, quam si apertus ac liber oculus relinquatur.

lorsque l'oeil est libre et grandement ouvert ²⁾). Néanmoins il est préférable de doubler cette fort petite ouverture, ou même de l'agrandir encore un peu davantage, pour que l'examen de l'objet qu'on se propose soit moins difficile et que l'étoile trouvée ne quitte pas trop tôt le champ par la rotation diurne du monde. Dans notre télescope de 34 pieds de longueur le diamètre de la petite ouverture est d'environ $\frac{1}{16}$ pouce. Elle est éloignée de $2\frac{1}{2}$ pouces de la lentille oculaire, ce qui est précisément la distance focale de cette dernière. C'est à cette parfaite égalité qu'il faut avoir égard, puisqu'autrement un vaste espace ne peut être embrassé du regard comme on le désire généralement. Par une flexion du bras deltoïde, ce que notre figure n'indique pas, on peut régler la distance de la lamelle perforée, qui chez nous se trouve éloignée d'un demi-pouce du fond du petit tuyau.

²⁾ Comme Huygens le dit un peu plus loin, la petite ouverture doit se trouver à la distance f_1 de l'oculaire, f_1 étant la distance focale de cette dernière.

On peut raisonner comme suit. Supposant pour un moment une marche inverse des rayons, il faut que le faisceau émanant du point A qui passe par l'oculaire ($F_1 A$ ou x étant le rayon de



la petite ouverture) tombe tout justement en entier sur l'objectif. Il faut donc que le rayon AB_1 , rompu par l'oculaire, atteigne l'objectif en B_2 , vu que tous les autres rayons du faisceau lui sont (à fort peu près) parallèles, bien entendu s'il se trouve, comme nous le ferons voir, que $F_1 C_1$ ne diffère pas appréciablement de f_1 .

$C_1 C_2 = f_1 + f_2$, f_2 étant la distance focale de l'objectif. Soit en outre $C_2 B_2 = r$. En considérant cette fois la marche directe des rayons, il faut, d'après ce que nous venons de dire, que AF_1 soit l'image, produite par l'oculaire, de la droite $B_2 C_2$. Par conséquent

$$F_1 C_1 = \frac{f_1}{f_2} (f_1 + f_2) \dots (1)$$

(ce qui ne diffère pas appréciablement de f_1 , puisque f_2 surpasse énormément f_1) et de plus, vu que $B_2 C_1 A$ est une ligne droite:

$$x : r = F_1 C_1 : f_1 + f_2 \dots (2)$$

Il résulte des équations (1) et (2) qu'on a

$$2x : 2r = f_1 : f_2,$$


ce qui est l'équation du texte.

Comparez le dernier alinéa de la p. LI du T. XIII où nous avons cité ce que Huygens dit dès 1653 sur ce sujet ou, si l'on veut, sur l'„anneau oculaire” ou „pupille de sortie”.

Sed præstat duplicare tantillam hanc latitudinem, vel paulo etiam augere amplius, quo minus difficilis sit rei videndæ inquisitio, nec nimium cito inventa stella elabatur, ob mundi conversionem diurnam. Nobis in telescopio 34 pedes longo, foraminuli diameter decimam sextam circiter pollicis partem habet. Ipsum vero duos pollices cum dimidio ab oculari lente abest, quanta est præcise in hac lente foci distantia. Quod diligenter curandum, quia alias non poterit amplum spatium, ut solet, uno obrutu comprehendere. Facile autem deltoidis brachii flexu, qui quidem in schemate nostro conspici nequit, quantum opus est, lamella perforata removetur, quæ nobis semipollice à tubuli fundo extat.

Quant à l'anneau placé à l'entour de la grande lentille, que son diamètre soit égal à environ une quarante-cinquième partie de la longueur du télescope. Puisqu'il était nécessaire de rendre l'investigation de l'astre un peu moins expéditive par l'obstacle à la vue que présente cet anneau circulaire, il nous a semblé utile de placer sur la verge ou queue de la lentille oculaire un stylet vertical *m* dont le sommet est élevé au-dessus de l'axe des lentilles d'une longueur égale au rayon de la circonférence extérieure de l'anneau. Nous obtenons ainsi que si l'on place d'abord l'œil en un endroit tel que l'étoile se trouve sur le prolongement du rayon visuel qui va au point le plus élevé de la marge extérieure de l'anneau, et qu'ensuite on meuve, ayant pris en main la pièce de bois *d*, la lentille oculaire avec la verge qui y est attachée jusqu'à ce que le sommet du stylet *m* se trouve sur la même droite; nous obtenons, dis-je, que lorsqu'on regarde ensuite par le tuyau oculaire, la même étoile se montre dans le télescope, ou du moins qu'il ne s'en faille guère. Par la pratique et l'exercice ces opérations deviennent faciles, de même que les autres qui se rapportent à notre méthode d'observer.

Nous observons encore qu'en avril 1686 (T. IX, p. 77) Huygens dit avoir empêché par l'addition d'une „pièce de bois de travers” que le vent fasse „fortir la corde hors de la poulie” et qu'en septembre de la même année (T. IX, p. 94) il écrit à Cassini: Le cercle de papier dont il faut entourer le verre lors qu'on observe la lune [et dont on peut aussi se servir dans d'autres observations] est beaucoup plus sujet [que le fil] à estre agité par le vent, mais j'y ay remedié en séparant ce cercle d'avec le verre et le fichant a part sur la traverse qui les porte tous deux. Voyez dans l'Appendice I de la p. 232 qui suit une figure représentant l'objectif avec son cercle de papier attaché à la traverse.



Porro circulus lenti magnæ circumdatus, telescopii partem longitudinis quadragessimam quintam circiter diametro æquet. Cujus circuli objectu quia paulo impeditiorem reddi necesse erat astri investigationem, visum fuit imponere bacillo, seu caudæ lentis ocularis, stylum *m*, perpendiculariter erectum; cujus apex tantundem supra axem lentium attollitur quantus est circuli illius semidiameter. Hinc enim fit, ut si oculum prius ibi collocemus, unde cum summo margine circuli in eandem rectam lineam stella conveniat; tumque, apprehenso capulo *d*, moveamus lentem ocularem cum adjuncto bacillo, donec in eandem quoque rectam quadret extremum styli *m*; sit inquam ut, ad tubulum ocularem visum referenti, stella eadem per telescopium sese conspiciendam det, vel certe parum absit. Usui vero & exercitatione tum hæc, tum cætera quæ ad hanc observandi rationem pertinent, facilia sunt.

MÉTHODE SIMPLIFIÉE D'OBSERVER LES ASTRES, DÉLIVRÉE DE L'INCONVÉNIENT DU TUYAU OPTIQUE.

Le sort général de toute invention nouvelle, c'est de provenir d'une origine modeste et de s'accroître et se perfectionner ensuite par les soins et l'industrie des hommes. Nous remarquons que ceci s'applique éminemment à l'admirable art d'étendre la vue.

Il est connu ¹⁾ combien cet art était au commencement chétif, pour ne pas dire nul, au moment où certains de ses rudiments, obscurément présentés, virent le jour dans les livres du néapolitain Porta. Les constructions de certains de nos compatriotes surpassèrent ce début à tel point qu'ils méritèrent bien d'être considérés comme les premiers inventeurs de ce genre d'instruments. Mais à leur tour ils furent énormément dépassés par Galilée qui réussit à trouver avec sa lunette bien des choses remarquables au firmament que nul avant lui n'y avait pu voir. Il pouvait sembler qu'aucun instrument surpassant les siens ne serait possible. Pourtant, s'il revenait à la vie en ces jours, qui osera révoquer en doute qu'il reconnaîtrait comme beaucoup meilleures que les siennes les lunettes construites après lui? Tant les nôtres avec lesquelles nous avons les premiers vu les véritables figures et l'anneau de la planète Saturne, que celles, italiennes, meilleures encore, qui leur succédèrent et qui sont dues à des constructeurs si éminents. C'est en se servant de ces dernières que l'illustre Dominique Cassini a signalé d'autres phénomènes célestes nouveaux: les révolutions des globes planétaires autour de leurs axes, ainsi que l'existence de deux satellites de Saturne outre le premier, mieux visible, que nous avions découvert auparavant.

Or, si l'on se demande par quelles améliorations cet art s'est développé avec continuité jusqu'à ce degré de perfection, l'on ne trouvera pas autre chose que l'augmentation de la longueur des tuyaux et la plus grande exactitude avec laquelle on est parvenu à donner aux surfaces de ce qu'on appelle les lentilles la forme convexe de segments de grandes sphères. Il est vrai que certains penseurs ingénieux ont conçu quelques autres méthodes et simplifications, savoir d'une part la taille des lentilles suivant des figures de sections coniques, de l'autre la concentration des rayons de lumière par réflexion sur des miroirs; mais il est établi que ces efforts sont restés vains ou du moins que, pour des raisons dont l'exposition serait déplacée en cet endroit, ils ont beaucoup moins produit que l'on n'en attendait et qu'ainsi il n'y a qu'une seule bonne méthode actuellement connue pour perfectionner les lunettes, savoir l'allongement des tuyaux. D'ailleurs plus je me rends compte de la nature de la question, plus aussi suis-je d'avis que probablement à l'avenir même on ne trouvera pas moyen de poursuivre une autre voie.

Ceux qui se sont appliqués à fabriquer des lentilles convenant à de longs tuyaux

ASTROSCOPIA COMPENDIARIA,
TUBI OPTICI MOLIMINE LIBERATA.

Quod plerisque omnibus accidit novis inventis, ut, à parvis orta initiis, cura & tractatione hominum auctiora fiant ac perfectiora, id vel præcipue, in admirando illo proferendi visus artificio, usu venisse animadvertimus. Notum est enim quàm fuerit à prima origine tenue ac pene nihili, cum rudimenta ejus quædam, in Portæ Neapolitani libris, obscure exposita conspicerentur; quibus tantum præcelluere nostratum hominum conatus, ut non fane immerito primi ejus inventores haberentur. Hos vero rursus longissime prævertit Galilæus, tot tantisque rebus, tubi sui opera, in cælo deprehensis, quarum nihil quidquam ante ipsum fuerat perceptum. Videbatur nihil præstantius iis, quæ sibi paraverat, organis repertum iri. At, si nunc in vitam redeat, quis dubitet quin suis ipse multò præpositurus sit ea quæ deinde exstiterunt; tum nostra, quibus Saturni planetæ veras figuras annulumque primi conspeximus; tum magis etiam, quæ his successerunt Italica, ab egregiis artificibus elaborata. Quibus usus Vir Clarissimus Dominicus Cassinus, alia insuper nova phænomena cælo deduxit; planetariorum globorum in sese revolutiones, comitesque Saturni duos, præter eum quem nos repereramus, reliquis manifestiorem.

Quod si attendamus quibus accessionibus in tantum hæc ars continue creverit, nihil aliud reperiemus nisi auctam tuborum longitudinem, lentisque, quas vocant, vitreas in sphæræ majoris convexitatem diligentius conformatas. Et si enim modos quosdam alios, compendiaque investigaverint viri subtilissimi; jam conicarum sectionum præscriptis figuris, quæ vitro inducerentur; jam speculorum reflexionibus radios lucis colligendo; certum est hæc omnia vel frustra fuisse, vel votis & expectatione longe minora, ob causas quas exponere non est hujus loci; unamque adeo rationem, qua proficeretur, hætenus esse relictam, tuborum productionem. Et sanè, quanto magis rei ipsius naturam intueor, tanto propius est ut existimem, nihil alia via ne impossibile quidem esse sperandum.

Optime igitur operam suam ij collocasse videntur, qui parandis tubi majoris lenti-

¹⁾ Comparez, aux p. 586—590 du T. XIII, les Appendices I et II, datant de 1684 ou 1685, à la Troisième Partie de la Dioptrique de Huygens.

ne semblent donc avoir pris une peine fort utile, et leur zèle n'a certes pas manqué de succès. Mais un grave inconvénient d'un autre genre s'est présenté à eux, savoir celui résultant du grand poids et de la grande masse des longs tuyaux; pour les mouvoir il fallait nécessairement avoir recours à des machines; or, ces machines se construisent et se manient difficilement déjà pour les lunettes actuelles de trente ou quarante pieds de longueur²⁾; s'il faut aller plus loin, elles donneront encore beaucoup plus d'embarras³⁾. La difficulté est si sérieuse qu'il pourrait presque sembler y avoir ici au progrès un invincible obstacle. C'est pourquoi je pense faire une chose éminemment agréable à ceux qui s'adonnent à ces études et à l'observation du ciel en publiant ma nouvelle découverte, en montrant comment les difficultés sont entièrement supprimées, et comment on peut, en se servant pour les observations des plus grands télescopes, épargner dans une grande mesure le temps, la peine et les frais. Je fais bien qu'outre d'autres propositions tendant à ce but, celle que nous présentons ici, savoir l'emploi de lentilles sans tuyau, est venue à l'esprit d'autres personnes il y a déjà bien des années; mais je fais aussi qu'ils n'ont pu réaliser ce projet que par un mécanisme trop compliqué qui jusqu'ici s'est montré impraticable. Quant à notre construction à nous, que nous allons expliquer, nous l'avons trouvée pratiquement utile et nous nous en servons journellement avec grand avantage. Voici en quoi elle consiste.

En un lieu ouvert on plante un mât vertical. Celui dont nous nous sommes servis d'abord avait une longueur de cinquante pieds: il permettait l'emploi de télescopes de 70 pieds et davantage, quoique non pas pour des astres de hauteur quelconque, auquel cas il aurait dû à fort peu près égaler le télescope en longueur. Avant que d'ériger le mât on aplanit un de ses côtés au rabot et on y attache deux règles parallèles, distantes entr'elles d'un pouce et demi: celles-ci forment une espèce de rigole assez large depuis le bout du mât jusqu'à un endroit distant du sol de trois pieds. On attache en outre au mât près du bout une poulie sur laquelle passe une corde d'une longueur double de celle du mât et d'une grosseur égale à la moitié de celle du petit doigt. Pour pouvoir au besoin monter dans le mât on y cloue à distances égales des planchettes triangulaires. Appareillé de cette façon le mât est érigé, la partie inférieure, plantée dans la terre, ayant été enduite de poix et entourée de sable afin d'empêcher la pourriture. Il sert à élever à la hauteur qu'on désire la grande lentille du télescope; ce qui se fait comme suit.

Une coulisse de deux pieds est découpée d'un côté de telle manière qu'elle puisse se mouvoir fort librement dans la rigole dont nous avons parlé⁴⁾. A son milieu est attaché une planche d'un pied perpendiculaire au mât, au bout de laquelle est fixée à

²⁾ Voyez p.e. ce que Huygens écrit en 1668 (T. VI, p. 208): „Monsieur de Montmor est éternellement après à faire des machines pour bracer des lunettes, ayant un verre de 30 pieds de Monsieur d'Espagnet, et jamais pourtant il n'en est encore venu à s'en servir ni l'essayer”.

bus incubuerunt. Quorum diligentiae successus hac in parte non defuit. Sed aliunde non exiguum oblatum fuit incommodum, nimia tuborum longiorum gravitas ac moles; quibus movendis necessario machinae in auxilium advocandae fuerunt. Haec vero & in iis quae nunc extant, pedum triginta aut quadraginta, longitudinibus difficile construuntur trahanturque; & si ulterius progrediendum sit, multo plus exhibiturae sint negotii. Adeo ut hic velut obex quidam fixus fuisse videatur ad majora tendentibus. Quare rem inprimis gratam me facturum arbitror haec studia colentibus, syderumque observationi intentis, si, quod nuper inveni, ostendero qua ratione impedinentum omne ac tedium tollatur; magnoque temporis, operae & sumptuum compendio, maxima quaeque telescopia ad haec spectacula adhibeantur. Scio inter cætera quae in hunc finem proposita fuere, hoc quoque, quod hic adferimus, aliis in mentem jam à multis annis venisse, ut sine tubo lentes disponerentur; sed quod volebant efficere eos nequissè, nisi machinatione quadam difficili nimium, quaeque propterea adhuc exitum non habuerit. Nos autem quae docebimus, repleta utilia esse invenimus, idque magno commodo nostro quotidie experimur. Ea vero sic se habent.

Loco patente & undique aperto, malus in terram desigitur, ad perpendiculum erectus. Noster, quo primum usi sumus, pedum quinquaginta altitudinem habebat; telescopiis nempe pedum 70 & amplius susceptor, quanquam non in omni syderum supra horizontem ascensu. Deberet enim non multo infra totam telescopii longitudinem produci. Hujus, priusquam erigatur, latus unum dolabra complanatur, atque ibi regulæ binæ affiguntur inter se parallelæ, ac sesquipollice distantes, itaque canalem efficientes, interius paulo latiore, qui à summo malo ad imum fere pertingat, reliquis tantum pedibus tribus vacuis. Præterea in ipso mali cacumine, orbiculus imponitur, circumaxem mobilis, inque eum funis ducitur duplæ mali longitudine, crassitudine minimi digiti dimidia. Utque eo, si forte opus sit, ascendi possit, triangula lignea aequalibus spatiis desiguntur, quibus scandentis pedes insistant. Ita demum paratus malus erigitur, parte ea, qua terra regendus, illicita pice, circumdataque arena, quo minus putredine corrumpatur. Usus mali est, ut lens major ejus opera in altum tollatur quousque opus est; quod fit hoc modo.

Afferculus bipedalis uno latere ita inciditur, ut intra canalem, quem diximus, liberime moveri queat. Hujus medio affigitur brachium itidem ligneum, pedem unum à malo extans, cujus in extremo aliud sesquipedale, media item sui parte, conjungitur

³⁾ Voyez p.e. ce que Huygens écrit en 1686 sur „une Machine pour l'usage des grandes Lunettes” (T. IX, p. 52). Mais consultez aussi la fin de la note 22 de la p. 194 qui précède.

⁴⁾ On a déjà vu dans l'Avertissement que Huygens donne le nom de „coulisse” non pas à la rigole formée de deux règles de bois”, mais à la pièce de bois qui se meut dans elle. Cela paraît aussi par le brouillon de l'Astroscofia, écrit en français, qu'on trouve aux p. 185—188 du Manuscrit F (où les dates du 17 décembre 1683 et du 2 mai 1684 se trouvent respectivement aux p. 180 et 193). Contre son habitude il a écrit ce brouillon au crayon. L'écriture est fort effacée, à dessein sans doute, et les p. 185—187 ont été utilisées de nouveau, de sorte que l'écriture à

son tour, également par le milieu et à angles droits, une deuxième planche d'un pied et demi; comme la première, elle est horizontale. C'est cette traverse qui porte la lentille comme nous le dirons en détail. Le tout est tiré en haut au moyen de la corde susmentionnée laquelle est attachée aux deux extrémités de la coulisse. Passant en haut sur la poulie, puis redescendant, la corde, sans toucher terre, a ses deux extrémités reliées ensemble. Or, cette corde porte aussi un poids de plomb aussi lourd que la traverse mobile avec la lentille placée sur elle. Ce poids est attaché à la corde en un endroit tel qu'il atteigne le bout du mât lorsque la lentille se trouve tout-à-fait en bas. Cette dernière est donc élevée avec beaucoup de facilité à la hauteur requise et y demeure lorsqu'on lâche la corde. Le poids se termine en cône des deux côtés pour ne pas être entravé par les planchettes triangulaires que nous avons dit être clouées tout le long du mât.

Or, voici comment cette grande lentille du télescope est mise en place et fermement attachée. Elle est d'abord enfermée dans un anneau ou cylindre creux long de quatre pieds et fabriqué d'une lame de fer. A ce cylindre, ou plutôt à un deuxième cylindre dans lequel le premier est inséré, une verge d'un pied de longueur et de la grosseur d'un doigt est attachée au dehors suivant une génératrice; elle ne dépasse le cylindre que d'un côté. Cet ensemble repose sur un petit globe de cuivre de la grandeur d'une noisette formant corps avec la verge et tournant fort librement dans un segment sphérique creux placé sous lui dans lequel il est à demi enfermé sans en pouvoir sortir. Ce segment est composé de deux parties lesquelles, au-dessus d'un pied cylindrique, sont tenues ensemble et peuvent être serrées par une vis, mais sans exercer aucune pression sur le petit globe. De cette façon la lentille avec la verge qui y est attachée est rendue mobile. Et afin qu'elle soit en équilibre indifférent un poids d'une livre environ y est suspendu au-dessous de la verge; il y est attaché dans une situation invariable par un fil de cuivre assez gros d'une longueur d'un demi pied. On peut aisé-

enere contribue à rendre le brouillon illisible. Celui-ci est intitulé: *Maniere nouvelle pour le servir avec facilité des plus longues lunettes d'approche pour les observations* (nous remarquons que ce titre rappelle celui de l'écrit de de Hautefeuille de 1683 cité dans la note 6 de la p. 192 qui précède). Aux p. 187—188 on lit e.a. . . corde que l'on y attache et qui passe par une poulie fixée au sommet. a cette coulisse est attaché . . . a angles droits un bras d'un pied de long . . . de mesme qu'une traverse d'un pied et demy qu'il porte au bout jointe a angles droits, qui est la piece qui doit porter le verre objectif. Il y a aussi des . . . [mot illisible] clouez tout le long du mast pour en cas de besoin y pouvoir faire monter quelqu'un. Dans la figure cy jointe le mast est *ab*, la *piece de bois ou coulisse* [nous soulignons] *cd*, le bras qu'elle porte *ce*".

rectis angulis. Utrumque vero horizonti parallelum extenditur. Huic transverso brachio lens imponitur ea qua dicemus ratione, atque omnia sursum adducuntur, adnexis asserculi extremis ad finem ante demonstratum; qui ab imo malo ad summum ascendens, ac super orbiculum transiens, inde descendit rursus ac, priusquam terram attingat, in sui ipsius caput alterum innectitur. Habet autem funis is adjectum plumbum, pondere æquali quantum est brachii mobilis cum lente imposita; eoque loco deligatum, ut ad summum malum pertingat, cum lens in imo consistit. Ita hæc facillime ad eam quæ requiritur altitudinem erigitur &, omisso fune, sponte ibi suspensa manet. Forma plumbi parte utraque in conï apicem definit, ne obhæreat ad triangula quæ per malum defixa diximus.

Cæterum lens hæc telescopiï major collocatur aptaturque hoc modo. Primum in annulum seu cylindrum cavum, è ferri bractea fabricatum, ipsa includitur, longum digitos quaternos. Huic cylindro, sive alteri potius in quem hic inferitur, bacillus pedalis, digiti crassitudine, extrinsecus secundum latus affigitur, totus in partem unam prominens. Hæc omnia globulo æneo insunt, avellanæ nucis magnitudine, qui bacillo cohæret,

ment par une courbure convenable de ce fil aménager les choses de telle façon que le centre commun de gravité de la lentille et du poids coïncide avec celui du petit globe et qu'ainsi la lentille demeure en repos dans une situation quelconque et peut être mise en mouvement par le plus léger attouchement. C'est dans ceci que consiste la partie principale de l'invention. En effet, le pied du petit globe ayant été placé dans une ouverture qui se trouve dans le bras transversal susmentionné (or, on y fait deux ou plusieurs ouvertures pour que la lentille puisse aisément être dirigée vers toutes les plages du ciel), un fil, ou une corde fort fine, est attaché à la verge ou queue, lequel est destiné à joindre la grande lentille avec celle qui est proche de l'œil et a donc la longueur du télescope ou plutôt lui est quelque peu supérieur: lorsque la lentille a été hissée, le fil, de quelque manière que la main le tire, lentement et sans aucun effort, lui communiquera le mouvement à son tour et la dirigera de cette façon vers un autre arbitrairement choisi. Ce qui certes ne serait pas possible sans cet équilibre indifférent. Il faut encore observer que pour que la queue ou verge que nous avons attachée à la lentille devienne parallèle au fil tendu, ce qui est absolument nécessaire, nous fixons à son extrémité inférieure un stylet de cuivre de la longueur d'un doigt que nous courbons vers le bas jusqu'à ce que sa pointe soit située au-dessous de la verge autant que le centre du petit globe; alors seulement le fil dont nous avons parlé y est attaché. Nous dirons plus loin pourquoi nous faisons usage en cette occasion d'un stylet flexible.

Il s'agit maintenant d'expliquer comment la lentille oculaire est mise en rapport avec l'autre, ce qui n'exige pas beaucoup de paroles puisque l'agencement est à peu près le même que pour la grande lentille. En effet, la lentille oculaire est également enfermée dans un tuyau ou cylindre court; elle est également jointe à une verge ou queue possédant elle aussi son petit globe sur lequel elle s'appuie. Il est vrai qu'au lieu de ce dernier on peut se servir ici d'un petit axe transversal. Au-dessous de la verge un petit poids de grandeur convenable est de nouveau attaché pour faire équilibre. L'observateur prend en main une anse munie d'un petit globe ou axe. La verge est dirigée vers la grande lentille placée en haut, cette verge étant reliée au même fil que l'autre d'où il descend. Il est manifeste que dès qu'on y met la main et qu'on tend quelque peu le fil, les lentilles deviennent parallèles entr'elles. Toutefois le fil n'est pas attaché de la même manière à l'extrémité de cette verge qu'il l'était à la verge supérieure qui gouverne la grande lentille: il passe par une ouverture et est ensuite enroulé sur une cheville telle que celles au moyen desquelles on tend les cordes des luths et qui se trouve au milieu de la verge sur un de ses côtés. Par une rotation de cette cheville on peut pendant l'observation allonger ou raccourcir le fil jusqu'à ce que l'intervalle entre les deux lentilles soit exactement adapté à l'œil de l'observateur, cet intervalle ayant d'abord été pris à peu près de la longueur convenable ce qui est très facile.

En outre, pour que l'observateur puisse tenir l'oculaire immobile, ce qui est de première nécessité, il dispose d'un soutien de matière légère reposant sur deux pieds et portant à son extrémité supérieure un ais ou bâton transversal sur lequel, debout ou

inque subiecto fui moduli cavo liberrime volvitur; ita tamen ut excidere nequeat. Cavum partibus duabus constat, quæ, super pediculo tereti, cochlea junguntur adstringunturque, sed ita ut globulum nihil prorsus premant. Lens igitur, cum bacillo sibi adfixo, hoc modo mobilis efficitur. Quæ porro ut æqualiter librata consistat, pondus unius libræ circiter infra bacillum appenditur, filo aneo crassiore semipedali conjunctum atque infixum. Cujus flexu facile ita pondus temperatur, ut centrum commune, suæ lentisque gravitatis, cum centro Sphærulæ conveniat, atque hoc pacto quocunque posito lens suspensâ maneat, attractuque levissimo moveatur. Qua in re potissima verifatur inventi pars. Pede enim globuli in foramen transversum brachii, quod supra designavimus, immisso, (duo autem vel plura ejusmodi foramina fiunt, ut in omnem cæli partem commode lens obverti possit) filum vel funiculus tenuissimus bacillo, sive caudæ extremæ, illigatur; juncturus nempe lentem majorem cum ea quæ oculo proxima ponitur, ac proinde futuri telescopii longitudinem æquans, vel potius paulo excedens. Hinc, ubi sublata ad malum fuerit lens, quocunque id filum, manu leviter tractum, circumferetur, lentem una movebit, eamque hoc modo ad astrum quodcunque recta opponet. Quod certè absque hoc libramento fieri non possèt. Cæterum ut extento filo cauda seu bacillus, quem lenti adposuimus, parallelus fiat, quod omnino necesse est, infligitur parti ejus extremæ stylus æreus digiti longitudine, cui deorsum flexo, donec cuspidè suâ tantundem ac centrum globuli infra bacillum descendat, ita demum filum, quod diximus, adnectitur. Cur autem stylo flexili hic utamur postea dicetur.

Jam vero & de oculari lente explicandum, quomodo cum priore componatur; quod multis verbis non indiget, siquidem eadem fere omnia, quæ in majori lente, observanda sunt. Similiter enim tubo, seu cylindro brevi, hæc quoque includitur; item bacillo seu caudæ conjungitur; quæ porro globulum suum cui innitatur habet. Sed hujus loco axiculus transversus adhiberi potest. Infra bacillum vero pondus exiguum rursus appenditur, quanto opus est ad faciendum libramentum. Porro capulus, globulum vel axiculum ferens, manu observatoris apprehenditur; bacillus versus lentem, majorem sublimè positam, directus est, filo eidem, quod inde descendit, illigatus. Adducta vero manu, contentoque leviter filo, parallelas inter se fieri lentes perspicuum est. At non eodem modo, bacilli hujus extrema parte, filum adnectitur, ac superiori illi, qui lentem majorem dirigit; sed per foramen trajectum, inde verticillo involvitur, cujusmodi sunt quibus testudinum chordas intendunt; qui verticillus medio bacillo à latere infixus est. Hujus conversione, inter observandum, fili longitudo producit contrahiturve, donec intervallum inter lentem utramque, oculo spectatoris exacte conveniat, postquam antea prope verum fuerit repertum, quod est facillimum.

Cæterum, quo possit observator immotam detinere lentem sibi proximam, quod apprime necesse est, fulcrum quoddam præsto est è levi materia compactum, duobus pedibus insistent, ac superiori parte transversum habens baculum, cui brachia utraque,

assis, il peut appuyer les deux bras, tout en tenant d'une main la lentille comme nous l'avons dit. Cette méthode est beaucoup plus expéditive et pratique que lorsque le soutien a un troisième pied et que la lentille oculaire est placée sur lui.

Or, pour trouver aisément de nuit et dans les ténèbres avec notre télescope des étoiles déterminées, nous nous servons d'une lanterne, telle qu'elles sont aujourd'hui universellement connues, qui projette au loin sa lumière au moyen d'un verre convexe ou d'un miroir. En dirigeant ses rayons sur le mât et sur la lentille qui y est attachée, on peut aisément, aussitôt que le cylindre qui l'entoure est aperçu, donner au rayon visuel une direction telle que l'étoile est recouverte par la partie centrale de la lentille et qu'après avoir également mis en position la petite lentille, on la voit à travers l'une et l'autre. Ceci se fait bien plus rapidement qu'on ne pouvait le faire jusqu'ici avec des télescopes à tuyau, de sorte que de ce chef aussi cette nouvelle manière d'observer est de beaucoup préférable. Mais lorsqu'on veut regarder la lune, point n'est besoin de lanterne, puisque la grande lentille peut être aperçue à la clarté de l'astre lui-même. Pour cette observation on l'entoure d'une couronne de papier dont le diamètre extérieur est un peu plus que le double de celui d'un cercle qui couvrirait exactement la lune, ceci à cause de l'amplitude du disque lunaire, afin que lorsqu'on en contemple une partie, aucune autre partie ne puisse envoyer à l'œil des rayons n'ayant pas passé par la lentille. Sans cette précaution les ombres et les lignes plus obscures que le reste qu'on voit dans la lune paraîtraient trop peu noires.

Nous avons dans ce qui précède complètement expliqué la manière de se servir de notre télescope aérien et sa construction aucunement compliquée. Par notre fil, comparable à celui d'Ariadne, nous avons trouvé une issue là où jusqu'ici on l'avait cherchée en vain. D'ailleurs, pour qu'on entende mieux cette explication, nous présentons ici au lecteur une figure [Fig. 67] dans laquelle

ab est le mât.

cd la coulisse mobile dans la rigole.

e le bras qui y est attaché à angles droits.

ff' la traverse qui porte la lentille.

gg la corde sans fin.

h le plomb attaché à la corde.

a la poulie au haut du mât.

i le cylindre creux contenant la lentille principale.

kl la verge attachée au cylindre.

m le petit globe de cuivre formant corps avec la verge et pouvant tourner dans le segment sphérique.

n le poids de plomb attaché avec un fil de cuivre.

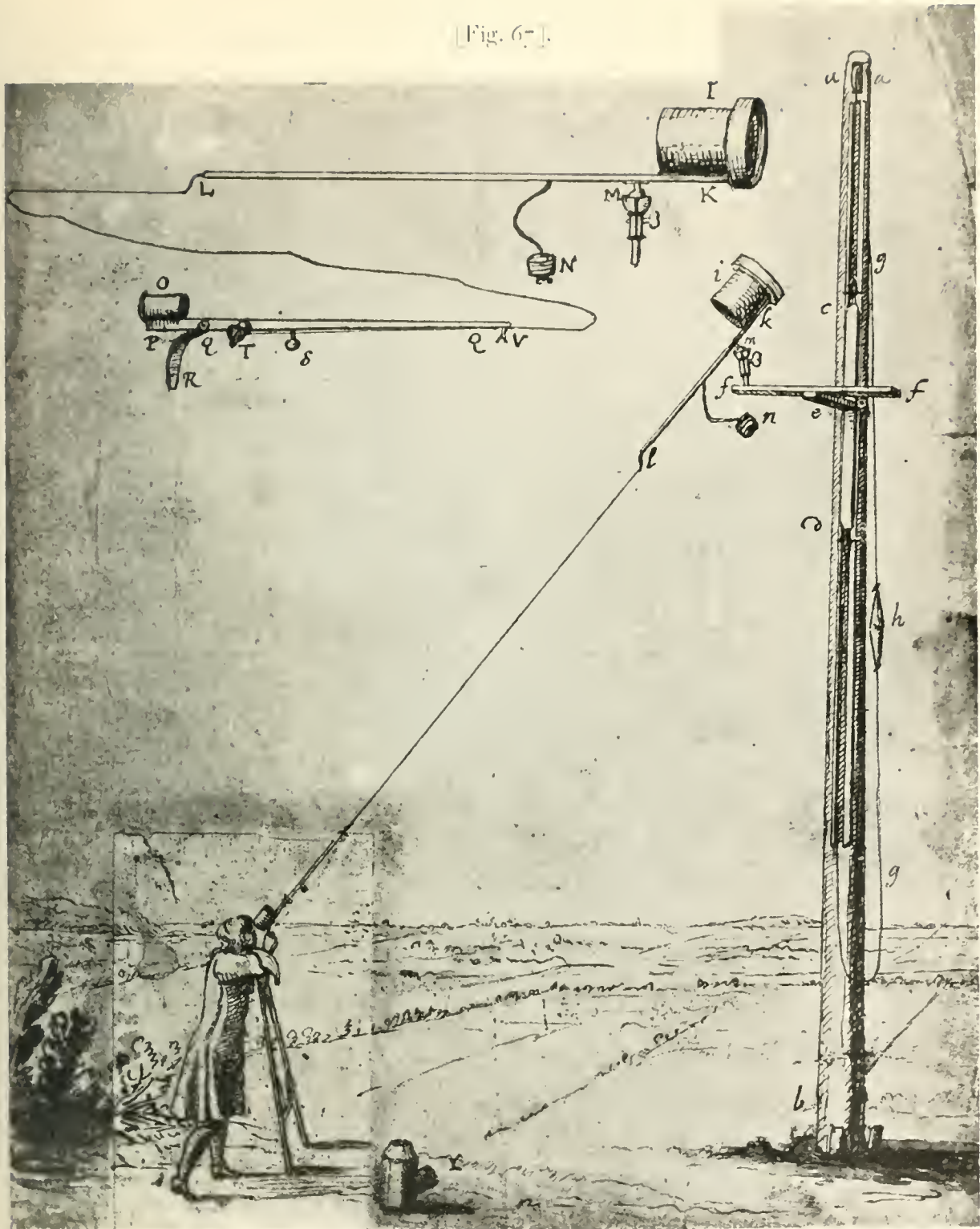
l le stylet court et flexible attaché au bout de la verge.

o le petit tuyau portant la lentille mineure ou oculaire.

p la verge attachée à ce petit tuyau.

Q un petit axe mobile.

[Fig. 6-].



sive stantis sive sedentis, innitantur; dum altera manu, quomodo diximus, lentem sustinet. Multoque expeditior est hæc ratio, atque ad usum accommodatior, quam si tertius pes fulcro accedat, inque ipsum lens ocularis imponatur.

Ut vero noctu, atque in tenebris, stellæ quævis telescopia nostro facile reperiantur, lumine utimur laternæ incluso, quales jam vulgo notæ sunt, vitri convexi vel speculi opera longe lucem projicientes. Hujus radiis ad malum lentemque in eo hærentem directis, ubi circulus ipsam continens conspectus fuerit, facile eo transfertur visus, ut stella ipsi media lente tegatur, simulque adnota lente minori, per utramque se spectandam præbeat. Ac sane multo citius hoc peragitur, quam factum sit hætenus telescopiis tubo instructis. Adeo ut hoc quoque nomine longè præstet nova hæc observandi ratio. Lunam vero contemplari volentibus, lucerna nihil opus est, quod ipsius astri luce lens conspici possit. Sed hic ob disci lunaris amplitudinem; ne partem quampiam intuenti, ab alia parte lux, aliaque via quam per majorem lentem, ad oculum accidat; circulus papyraceus lenti huic circumponitur, paulo majore quam dupla diametro ad eum quo tota Luna tegetetur. Quod nisi fiat, dilutiores apparent umbræ tractusque ii qui, cæteris obscuriores, in ejus globo conspici solent. Atque ita jam telescopia nostri aërii rationem omnem & apparatus explicuimus, non sane operosum; filoque illo, velut Ariadnæo, unde hætenus inventus non erat, exitum reperimus.

Cæterum quo clarius ea, quæ diximus, intelligantur, delineationem hic subjicimus, in qua

Malus est, a b.

Asserculus in canali mobilis, c d.

Brachium ipsi ad angulos rectos infixum, e.

Baculus transversus in quem lens imponitur, f f.

Funis in se rediens, g g.

Plumbum funi innexum, h.

Orbiculus in summo malo, a.

Cylindrus cavus lentem primariam continens, i.

Bacillus cylindro affixus, k l.

Globulus æneus bacillo hærens & in subjecto cavo volubilis, m.

Plumbum filo æneo junctum, n.

Stylus brevis ac flexilis, extremo bacillo insertus, l.

Tubulus minorem seu ocularem lentem ferens, o.

Bacillus tubulo affixus, p.

Axiculus mobilis, q.

R l'anse qu'on tient en main.

S la boule de plomb.

T la cheville sur laquelle le fil s'enroule.

u [ou *V*] des pinnules qui se croisent et font ainsi une ouverture par laquelle passe le fil.

lu [ou *l.v*] le mince fil de soie.

X le soutien sur lequel s'appuie l'observateur ⁵⁾.

l' la lanterne.

Les triangles placés tout le long du mât et permettant d'y monter ont été omis pour ne pas encombrer la figure.

Reste à examiner en détail quelques objections qui pourraient peut-être porter à douter ceux qui n'ont pas encore fait connaissance avec notre télescope. Ils craindront en premier lieu que, puisque le fil qui relie les deux lentilles doit se courber par la pesanteur, cette courbure, quoique faible, ne soit pourtant, dans ces longueurs de cent ou deux cents pieds, un obstacle à leur parallélisme.

En effet, s'il fallait faire usage d'une corde assez lourde, sa courbure gênerait beaucoup et cet inconvénient ne pourrait guère être écarté, même par une forte tension. Actuellement, la grande lentille étant suspendue et maintenue en équilibre comme nous l'avons fait, c'est en la tirant par un très léger fil de soie que nous la dirigeons; le poids de ce fil, pour une longueur de cinquante pieds, ne surpasse pas une demi-drachme; il supporte pourtant, avant que de se rompre, un poids de sept livres. Partant sa courbure ne nuit aucunement ni dans la distance considérée ni même dans une beaucoup plus grande distance des lentilles, quoique nous ne le tirions qu'avec une force modérée équivalente à deux ou trois livres: il faut noter que la perfection géométrique n'est ici nullement nécessaire, comme cela est connu à tout expert.

Il est en effet certain qu'autant qu'une corde est plus légère qu'une autre, autant diminue la force de la tension qui fait l'une et l'autre se rapprocher également de la ligne droite; de sorte qu'une corde de cinquante pieds et pesant une once, exige une force de quarante huit livres là où notre fil, de longueur égale, n'en demande que trois ⁶⁾. Ceci est trop évident pour qu'il soit nécessaire de le démontrer: le cas où seize cordelettes d'une demi-drachme sont tendues chacune par un poids de trois livres est identique avec celui où elles composent ensemble une corde d'une once et que celle-ci est tendue par la somme des poids, c'est-à-dire par seize fois trois livres.

⁵⁾ La lettre *X* fait défaut dans la Fig. 67. Nous avons jugé inutile de l'ajouter comme cela a été fait ailleurs dans cette figure bien connue, reproduite ici pour la première fois d'après le dessin original de Huygens.

⁶⁾ La drachme dont il était question plus haut est donc la huitième partie d'une once.

Capulus manu tenendus, r.

Glans plumbea, f.

Verticillus cui filum involvitur, t.

Pinnulae decussatim posita, atque ita foramen efficientes quo filum trajicitur; u.

Filum tenue bombycinum, l u.

Fulcrum cui spectator innititur, x.

Laterna, y.

Triangula per malum disposita, quibus conscendi possit, omissa sunt, ne figuram obscuriorem redderent.

Superest ut nonnulla, quae fortasse nondum expertis scrupulum injicere possent, paulo accuratius examinemus. Verebuntur primum ne, subsidente filo quod ad utramque lentem pertingit, flexus ejus, quanquam exiguus, in magnis tamen illis, pedum centum aut ducentorum, longitudinibus impediatur positum earum parallelum. Et profecto, si fune graviore opus foret, non parum noceret curvatura ejus, nullaque sere tendendi vehementia superari posset hoc incommodum. Nunc verò, suspensa librataque lente majori ut à nobis factum est, levissimi tantum fili bombycini tractu eam dirigimus; cujus pondus in pedes quinquaginta semidrachmam non superat; quodque idem appensas libras septem sustinet priusquam rumpatur. Quare flexus ejus neque in hac, neque in multo majori lentium distantia quidquam officit, etsi non nisi modica vi trahatur, duabus tribusve aequipollente libris; utique cum geometrica perfectio nequaquam hic requiratur, ut cuilibet experto notum.

Etenim certum est eadem ratione, qua funis fune levior est, vim tensionis diminui, qua utrumque ad rectam lineam aequaliter accedat. Ut proinde funiculus quinquaginta pedes longus, atque unciam pendens, vi librarum quadraginta octo opus habeat, ubi nilum nostrum, longitudine pari, non nisi tribus libris indigebit. Atque hoc per se clarius est quam ut demonstratione comprobetur. Idem enim est prorsus cum sexdecim funiculi semidrachmales trahuntur singuli trium librarum pondere, atque cum uncialem funiculum simul componentes, is à conjunctis itidem sexdecies ternis libris contenditur.

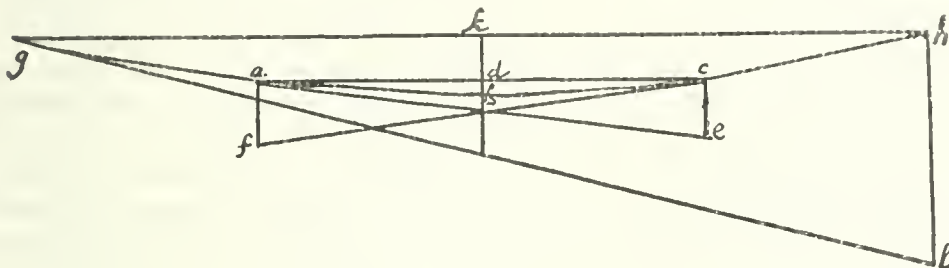
Mais on peut aussi confirmer plus amplement par des raisonnements géométriques, ainsi que par des expériences, ce qui se rapporte à la courbure du fil. Faiblement courbé le fil tendu a à si peu près la forme d'une parabole qu'on peut admettre qu'il en est vraiment ainsi sans aucune erreur. Lorsque notre fil, long de cent cinquante pieds, est tendu horizontalement avec une force de deux livres et demie seulement, nous trouvons que la flèche de l'arc parabolique est environ d'un quart de pied. Soit abc [Fig. 68] le fil parabolique, db la flèche, adc étant une droite. Puissent les droites ae et cf toucher la parabole, lesquelles sont coupées par ce et af parallèles à db . Nous observâmes, en regardant du point a suivant la droite ae , que la grandeur de la droite ce était d'un pied, d'où résulte pour db celle d'un quart de pied. Or, af est égale à ce . Le fil cba tire donc une lentille placée en c de telle manière qu'elle se met à angles droits non pas par rapport à la droite provenant de l'oeil qui est en a , mais par rapport à celle qui part du point f . Il en résulte que l'oeil est éloigné d'un pied de son vrai lieu; ce qui dans cette distance de 150 pieds ne peut pas nuire. En effet, l'angle de déflexion cae ou acf n'est que de deux cinquièmes d'un degré, de sorte qu'aucun remède — nous en indiquerons un néanmoins — n'est nécessaire. Or, si l'on prend une distance gh double de celle précédemment considérée, savoir de trois cents pieds, de sorte que le fil courbé est gbh , la mesure de la concavité sera kb égale à quatre fois celle de la précédente db , mais l'angle de déflexion ne sera que le double, c. à. d. $\frac{4}{5}$ d'un degré, comme on le voit aisément en tirant la tangente gl qui rencontre la perpendiculaire hl . En effet, cette hl sera le quadruple de kb ou ce , mais la distance gh était le double de ac ; c'est pourquoi l'angle de déflexion hgl peut être considéré comme le double de l'angle précédemment trouvé cae .

Cette erreur de 48 secondes n'est encore d'aucune importance; on peut la négliger sans inconvénient. Cependant, pour qu'il ne reste aucun motif pour discuter, je ferai voir quelle est la correction qu'on peut apporter, laquelle remédie en même temps à toute autre déclinaison de la lentille.

À cet effet il faut dès l'abord dans la mise au point de la grande lentille supérieure, ajouter à la méthode décrite ce que nous dirons maintenant. Lorsque la lentille a été mise en équilibre conformément à nos préceptes et fixée à la hauteur qui convient à l'oeil, il faut d'une main saisir le fil attaché à la verge et le tenir près de l'oeil, de l'autre tenir la lanterne également proche de lui. Il faut ensuite, en se retirant lentement et en allongeant ainsi le fil tendu, observer si une double image de la flamme apparaît vers le milieu de la lentille: il s'agit d'images réfléchies par ses deux surfaces. S'il en est ainsi au moment où le fil a pris la longueur entière qui convient au télescope en question, cela indique que la lentille a absolument la bonne position par rapport à l'oeil. Mais si une seule réflexion de la flamme est aperçue, la lentille est mal placée; plus mal encore, si l'on ne voit ni l'une ni l'autre. On peut y remédier dès qu'on a reconnu dans quel sens la lentille décline: le stylet de cuivre attaché à l'extrémité de la verge et portant d'autre part le fil doit être un peu fléchi dans ce même sens; ensuite il faut, comme au début, essayer la réflexion de la lanterne; cette opération alter-

Sed ulterius quoque hæc, quæ ad fili flexum attinent, geometriæ rationibus, experimentisque expendi possunt. Nempe contentum filum, flexu illo exiguo, parabolicam lineam tam prope exprimit, ut pro vera absque errore habeatur. Cujus parabolæ profunditatem, in longitudine pedum centum quinquaginta, invenimus pedis unius circiter quartam partem; cum filum horizonti parallelum tenderetur, nec nisi vi librarum duarum & semis. Sit fili parabola abc , profunditas ejus db , ducta nimirum recta adc . Porro tangant parabolam rectæ ae . cf : quibus occurrant ce , af , parallelæ db . Intuenti igitur ex a puncto, secundum rectam ae , notatum fuit spatium ce fieri pedis unius; unde sit db pedis quarta pars. Ipsi verò ce æquale est af . Itaque lentem in c positam ita trahit filum cba , ut non ad oculum, qui est in a , sed ad f

[Fig. 68]



punctum directe opposita sit. Ut proinde pedis unius intervallo à vero loco oculus absit: quod in illa pedum 150 distantia nihil obesse potest. Fit enim angulus deflexionis cae vel acf tantum duarum quintarum unius gradus; adeo ut remedio, quod tamen dabimus, non sit opus. Sumpta autem gh distantia prioris dupla, seu pedum trecentorum, ut filum incurvum sit gbh , erit cavitatis mensura kb , prioris db quadrupla quidem, sed angulus deflexionis tantummodo duplus, hoc est, $\frac{4}{5}$ unius gradus; ut facile perspicitur, ducta tangente gl , quæ cum perpendiculari hl conveniat. Ipsa enim hl quadrupla erit ad kb sive ce ; distantia vero gh ad ac erat dupla. Quare angulus deflexionis hgl , antea inventi cae , duplus censerì potest.

Hæc verò, scrupulorum 48, aberratio nullius adhuc momenti est, neque neglecta nocebit. Attamen, quo minus caufandi locus hic fupersit, ostendam jam quænam adhiberi possit correctio, atque ejusmodi quidem ut, una opera, omnem aliam lentis declinationem restituat.

Igitur semel ab initio, ad superiorem lentis magnæ præparationem, hoc quod dicemus, adjungatur. Nempe lente quemadmodum præcepimus librata, atque ad oculi altitudinem defixa, filum caudæ adnexum manu altera capiatur, eaque oculo admoveatur; altera lucernam juxta teneat. Tum paulatim recedendo, extantumque filum producendo, observetur an duplex flammæ imago circa mediam lentem appareat, ab utraque nimirum superficie ejus reflexa. Id si contingat ubi jam tota fili longitudo exierit, quanta nimirum futuro telescopio debetur, indicio est rectissime lentem ad oculum converti. Quod si altera tantum flammæ reflexio conspiciatur, malè collocata

native doit être répétée jusqu'à ce qu'on voit coïncider les deux images de la flamme. Quant à la tension du fil, elle doit être modique, telle que nous l'avons prescrite plus haut, correspondant à une force de deux ou trois livres: c'est à cela qu'il faut s'habituer. Lorsque la position de la lentille aura une fois été corrigée de cette façon elle servira pour toutes les observations. Qu'on n'objecte pas avec une subtilité excessive que par la direction oblique que possède le fil lorsqu'il est dirigé vers les astres, sa courbure due à la gravité est rendue un peu moindre que lorsqu'il était horizontal. En effet, cette différence est minime, surtout pour un fil si léger; d'ailleurs, comme nous l'avons déjà dit, un parallélisme géométrique exact des deux lentilles n'est pas requis.

Il faudrait dire qu'une bien plus grande difficulté provient du vent qui rend le fil sinueux et l'écarte latéralement, surtout dans le cas des grandes longueurs dont nous avons parlé, si l'on ne pouvait répondre à cette objection que le vent est également ennemi des tuyaux, lesquels tremblent et vacillent sous ses coups à la grande incommodité de l'observateur, de sorte qu'il a souvent fallu abandonner les observations pour cette raison. D'ailleurs il faut savoir, afin de supporter ce mal avec plus de résignation, que lorsque les vents soufflent, la pellucidité de l'air est souvent troublée à ce point, même quand il paraît serein, que par cela seul l'observation télescopique est absolument empêchée, ce qui ne peut être inconnu aux gens expérimentés. Il arrive même parfois qu'on applique les télescopes en vain lorsque le ciel est tranquille et tout-à-fait clair et que les étoiles scintillent aussi fortement que possible; c'est lorsqu'une certaine vapeur humide se trouve dans l'air laquelle cause une ondulation et un tremblement tels que ceux-ci privent le regard de celui qui veut observer les planètes de toute acuité. Dans ce cas on ferait tenté de douter de la bonne qualité des lentilles elles-mêmes, n'était le fait que dans un autre temps et par un ciel plus pur on en avait constaté la bonté. La même vapeur, soit dit en passant, intercepte assez souvent par son adhésion à la grande lentille une partie des rayons de lumière, ce qu'on peut prévenir en chauffant un peu la lentille auprès d'un feu.

Considérons encore une fois ce que nous avons dit sur la nécessité d'illuminer cette même lentille fixée au haut du mât. Il pourrait sembler que lorsqu'elle est fort éloignée, p.e. de deux cents pieds et davantage, elle recevra à peine la quantité de lumière nécessaire pour la rendre visible à l'observateur, même lorsque la lanterne est pourvue d'un verre convexe suivant notre prescription. Mais dans ce cas on pourra augmenter la quantité de lumière, soit en agrandissant la mèche de la lanterne, soit en se servant d'une lentille plus large et moins courbée laquelle, même lorsqu'elle reçoit de la lumière en quantité égale, la dispersera moins et par conséquent la lancera mieux au loin.

Il apparaît donc que sous ce rapport la longueur du télescope est sans conséquence et qu'on peut avec la même facilité se servir de n'importe laquelle. Il est d'autre part évident que la hauteur du mât fait une certaine différence. Or, nous avons à notre disposition plusieurs moyens pour obvier aux inconvénients qui pourraient en résulter. Nous pouvons en effet, après avoir planté un premier mât, ériger à côté et à l'aide de lui un deuxième mât deux fois plus long que nous pouvons affermir en le joignant au

erit, si neutra, pejus. Hic vero jam remedium adhibebitur, ubi cognitum fuerit in quam partem lens declinet. Stylus enim æneus extremæ caudæ adjectus, filumque innexum habens, in partem eandem parumper flectendus est; ac rursus, ut ante, lucernæ reflexio tentanda; idque ita repetitis vicibus faciendum, quoad utraque flammulæ imago in unum convenire conspiciatur. Tensione autem fili utendum mediocri, qualem supra definivimus, duarum aut trium librarum vim referente, eique quatenus licet adsuescendum. Hoc modo correctæ semel lentis positio ad omnes observationes valebit. Neque hic subtiliter nimium objiciat quisquam quod obliquo fili ascensu, cum ad astra dirigitur, paulo minor elicatur flexus ejus à gravitate ortus, quam cum filum idem horizonti parallelum extenditur. Est enim differentia hæc perexigua, præsertim in tanta fili levitate; & lentium parallelismus, ut jam diximus, ad geometriæ leges exactus non requiritur.

Multo magis ventus obesse dicendus foret, filum sinuans atque in latus impellens, præsertim in magnis, quas diximus, longitudinibus; nisi quod tubis quoque idem ventus adversus est, qui concussu ejus tremunt ac vacillant, magno spectantis incommodo; ut propterea sæpe observationibus supersedendum fuerit. Sed quo æquiore animo hæc dispendia feramus, sciendum est, flantibus ventis, semper sere aeris pelluciditatem adeo turbari, etiamsi serenus videatur, ut hoc uno omnis telescopiorum prospectus impediatur; quod exercitatis ignotum esse nequit. Imo & tranquillo interdum ac prorsus sereno cælo, scintillantibus cum maxime syderibus, frustra tamen telescopia adhibentur; humido vapore quodam aerem obsidente, quo fit ut ad Planetarum corpora respicienti, undatio quædam tremula & fluctuans omnem visus aciem intercipiat. Possêtque, ubi hoc accidit, ipsa lentium bonitas suspecta esse, nisi alio tempore ac puriore cælo fuisset cognita. Idem vapor, ut hoc quoque obiter admoneam, non raro, lenti majori adhærescens, radiorum lucis partem avertit: cui malo, calefacto modice ad ignem vitro, occurritur.

Videamus nunc & illud quod de illustranda lente eadem diximus ad malum subrecta. Quæ si valde procul distet, puta ad ducentorum & amplius pedum intervallum, vix videtur tantum luminis, ut ab observatore cerni possit, acceptura, etiamsi lucerna convexo vitreo juvetur, uti præcepimus. Sed hic intendere amplius lumen licebit, vel aucto lucernæ ipsius ellychnio, vel latiori lente adhibita leniusque convexa, quæ lucem

premier par des poutres transversales. Le plus fort assemblage de ce genre sera celui, de forme triangulaire, où deux mâts plus courts, distants entr'eux de deux ou trois pieds, sont joints de la manière indiquée à un troisième de hauteur double. De cette manière nous atteindrons aisément une hauteur de cent pieds. Et nous parviendrons à des hauteurs bien plus grandes encore, soit en nous servant d'une base plus solide des mâts et des poutres, soit en appuyant la partie inférieure de ces bois contre une tour ou contre l'angle d'un édifice élevé; de telle manière, bien entendu, qu'il n'en résulte aucune difficulté pour l'élévation de la lentille par le moyen de la rigole continue dont nous avons parlé. Mais on peut aussi dresser le mât sur une tour ou sur la faite d'une maison; dans ce cas c'est là que doit se tenir celui qui est en charge de la corde pour hausser ou baisser la lentille.

Et que personne ne s'imagine que nous traitons ces détails avec trop d'empressement et avec un soin superflu attendu qu'il serait peu probable qu'il fût besoin de ces grandes hauteurs. En effet, pendant que j'écris ces lignes, j'apprends par une lettre de Cassini que quatre lentilles fort excellentes, dont la plus grande est destinée à un télescope de cent quarante pieds, ont été achevées à Rome par Giuseppe Campani et envoyées au grand Roi de France. Bien qu'elles n'aient pas encore été utilisées pour des observations astronomiques, on peut être certain qu'elles ont été examinées de jour dans de longues salles ou galeries d'où la lumière était exclue. Maintenant, par notre présente invention, ces lentilles-ci, ainsi que d'autres correspondant à de plus grandes longueurs, s'il en vient, pourront faire preuve de leur utilité.

Que si nous songeons aux méthodes par lesquelles d'autres ont tâché d'augmenter l'efficacité des télescopes, il pourra sembler que c'est avec peu de peine que nous avons obtenu ou obtiendrons le résultat qu'ils ont cherché en vain. Car soit qu'ils aient poursuivi leur but par des figures de lentilles hyperboliques ou elliptiques comme Descartes ⁷⁾, soit par des miroirs concaves comme Newton, soit autrement, il s'agissait toujours d'obtenir des amplifications considérables des objets observés à l'aide de télescopes assez courts, maniables à cause de la modicité de leurs masses.

On trouve aux p. 134—136 du T. VII l'article (lettre) de Huygens „touchant la Lunette Catoptrique de M. Newton” publié dans le Journal des Sçavans de février 1672. Une figure de cette lunette se trouve vis-à-vis de la p. 129 du même Tome. Voyez aussi sur les lunettes catoptriques le T. XIII.

Or, cette confection précise, scrupuleusement exacte, des surfaces était éminemment nécessaire; d'autre part on ne pouvait vraiment parvenir au but sans faire usage de grandes lentilles ou de grands miroirs, puisque toute construction est fatalement gâtée par une trop grande obscurité: il faut que les premières ouvertures par lesquelles entre la lumière soient prises d'autant plus grandes que l'agrandissement sous lequel l'observateur aperçoit les objets est plus considérable. Quant à nous, nous n'avons pas

⁷⁾ Comparez la p. 248 du T. XVII.

transmissam, etiamsi pari quantitate accipiat, minus tamen diffundet, longiusque proinde ejaculabitur.

Quantum igitur ad hæc attinet, nihil admodum referre liquet quam fuerit telescopii longitudo, sed æque facile qualiacunque in usum deduci. Aliquod tantum discrimen in varia mali altitudine positum esse. Cujusquidem parandæ plures modi suppetunt. Possimus enim, uno statuto malo, alium ejus opera duplo altiore juxta attollere, ac simul firmiorem reddere, transversis sibus utrumque conferendo. Ac firmissima quidem fuerit compages hujusmodi, si duo mali humiliores, cum tertio duplæ altitudinis, binis ternisve pedibus inter se distent, in triangulum dispositi, atque uti diximus religati. Qua ratione facile ad centum pedum altitudinem pervenimus. Ad multo majores vero, vel validiori malorum ac trabium substructione utendo, vel ad turrin aut ædificii altioris angulum inferiora ligna applicando; ita ut nihil tamen obftet, quo minus, ab imo ad summum, lens primaria adducatur, per continuum canaliculum, uti diximus, ascendens. Sed & super turri aut domus culmine erigi malus potest, ut ibi adftet is cui finis cura demandata est, ad evehendam demittendamve lentem.

Nec vero præpropria aut supervacua cura hæc à nobis agitari quis putet, quod verisimile non sit his altitudinibus opus fore. Ecce enim, dum hæc scribo, Caslini literis certior fio, lentes quatuor, quarum maxima telescopio pedum centum quadraginta destinata sit, à Josepho Campano, easque præstantissimas Romæ esse perfectas, & ad magnum Galliæ Regem missas. Et si enim ad cælestium observationem nondum fuere admotæ, non dubitandum tamen interdiu institutum fuisse earum examen, in atriis porticibusve prælongis unde lux exclusa esset. Nunc vero, hoc nostro invento, utilitas sua tum his lentibus, tum si quæ has longitudine excedentes prodeant, constabit.

Quod si cogitemus quibus modis telescopiorum efficaciam alii augere studuerint; quæ frustra illi quæsierunt, ea nos levi hac opera consecutos esse videri possit. Sive enim figuris lentium hyperbolicis ellipticisve, ut Cartesius, sive speculis cavis, ut Newtonus, sive alia quavis ratione id aggressi sint, huc omnia redibant ut brevioribus telescopiis, ac minori molimine usurpandis, multum amplificarentur res visæ. Nam neque accurata illa ac scrupulosa superficierum formatio devitari poterat, neque etiam lentium speculorumve magnitudo. quoniam obscuritate nimia, quicquid machinati fuimus, inutile reddi necesse est, nisi pro ratione percepti augmenti crescant aper-

diminué les longueurs, mais nous avons obtenu qu'elles ne sont plus gênantes, ce qui revient à peu près au même.

Si quelqu'un demande jusqu'où j'estime qu'on peut utilement prolonger les télescopes et si l'on peut espérer qu'en les construisant en dimensions supérieures à celles dont il fut question plus haut, nous pourrions nous approcher encore dix fois davantage de la lune et des autres astres qu'avec nos télescopes de trente pieds à l'aide desquels nous avons parcouru 149 parties de ce long chemin, c. à. d. tout le chemin à une seule partie près; je répondrai que je ne puis en vérité imposer des limites précises à cet art, mais que pour parvenir au résultat susénoncé le plus grand effort possible aux hommes ne suffira pas, partant qu'il peut encore moins être question de ce dont d'autres n'ont apparemment pas désespéré, savoir d'obtenir que nous contemplions la lune et les autres Planètes pour ainsi dire de près et que nous apercevions de nos yeux s'il sont habités par des êtres vivants ou bien qu'il ne s'y trouve rien que de vastes solitudes.

„Autresfois — dit J. Chapelain dans sa lettre du 24 août 1656 à Huygens, T. I, p. 483 — Monsieur Descartes se promettoit de faire des verres d'une fabrique si parfaite qu'on pourroit voir par leur moyen dans le disque de la lune si elle étoit habitée et quelle seroit la forme des animaux s'il y en avoit. Jay vu la lettre où estoient ces paroles entre les mains d'un nommé Ferrier qui étoit son Amy et son ouvrier". Il s'agit de la lettre de Descartes à Ferrier du 13 novembre 1629.

En effet, je fais en premier lieu combien dans la taille des lentilles la difficulté de leur donner la bonne forme croît avec la grandeur, et de même la difficulté de trouver du verre libre des défauts qui compromettent le plus le succès. En effet, plus les rayons sont rassemblés de loin, plus aussi ces défauts se font nécessairement sentir. En outre il est établi, supposé que les dites difficultés ne comptent pour rien, que les objets observés ne sont agrandis qu'en raison des diamètres d'ouverture de la lentille extérieure ³⁾; or, ces diamètres ne croissent pas proportionnellement aux longueurs des télescopes mais, si je vois bien, proportionnellement à leurs racines carrées [voyez l'alinéa suivant]. De sorte que lorsque, pour un télescope d'une longueur de trente pieds, l'ouverture donnée est de trois pouces, telle environ que l'expérience permet de la prendre, une autre ouverture, convenant à une longueur de trois cents pieds, ne fera que de neuf pouces et demi; par conséquent tout ne paraîtra qu'environ trois fois plus grand dans ce télescope immense que dans celui de trente pieds. Mais s'il faut décupler l'agrandissement de ce dernier, il faudra une longueur de trois mille pieds. Il est manifeste qu'on ne pourra parvenir à ce résultat par aucun effort humain, ne fût-ce qu'à cause de l'altitude.

³⁾ Voyez, à la p. 533 du T. VIII, ce que Huygens écrivit en août 1684 sur ce sujet à B. Fullenius en réponse à une lettre que nous ne connaissons pas.

turæ quibus primum lux subintrat. Nos vero longitudes quidem non imminuimus, sed ne obessent effecimus, quod fere eodem redit.

Si quis vero jam requirat quousque & quo operæ pretio extendi porro telescopia posse existinem, & num productis longe ultra modum eorum quæ paulo ante diximus, sperandum sit adhuc decuplo propius ad lunam cæteraque astra nos accessuros, quam quo triginta pedes habentibus processimus; quibus tanti itineris partes centum quadraginta novem, una duntaxat reliqua, confectæ sunt: respondebo me certos quidem arti terminos præfinire non posse; huc tamen, quo dixi, nec maximo hominum conatu perventum iri. multoque minus futurum, quod aliqui videntur non desperasse, ut lunam ac Planetas cæteros velut è propinquo inspiciamus, & utrum animalibus habitentur, an præter vastas solitudines nihil habeant, visu penetremus. Primum enim, in parandis lentibus, scio quantopere crescat cum magnitudine formandi difficultas; ipsiusque inveniendi vitri quod vitiis iis careat, quæ maxime huic operi infesta sunt. Quanto enim ulterius radii colligentur, tanto magis hæc vitia se prodant necesse est. Constat præterea, ut jam ista nihil obstant, non amplificari res visas, nisi pro ratione diametrorum aperturæ lentis exterioris. Quæ diametri nequam crescunt cum telescopiorum longitudine; sed, quantum video, rationem longitudinum subduplam sequuntur. Adeo ut data apertura pollicum trium, in telescopio triginta pedes longo; quantam circiter experientia concedi finit; alia, ad trecentos pedes, non nisi novem unciarum & semis sit futura, ac propterea tantum triplo majora fere omnia sint apparitura, prægrandi hoc telescopio, quam illo pedum tricenum. At si decuplo excessu idem superandum sit, jam ter mille pedum longitudine opus erit, quo quidem nulla humana ope perveniri posse, vel solius altitudinis causa, manifestum est.

Sans doute les ouvertures dont nous avons parlé pourraient être beaucoup plus considérables et croître dans une plus grande proportion s'il n'y avait que ce seul obstacle que la courbure de la figure sphérique est peu propre à réunir les rayons; mais il y a en réalité encore une autre aberration des rayons, provenant de la nature même de la réfraction, dont Newton a fait voir l'existence il y a quelques années⁹⁾ par certaines belles expériences, e. a. par celles sur les couleurs des prismes de verre. Cette deuxième aberration a elle aussi ses lois; c'est d'après elles, si je les comprends bien, qu'on peut calculer la proportionnalité dont je viens de parler, celle des ouvertures aux racines carrées des longueurs.

C'est bien peu avant la composition de l'Astroscopia que Huygens était parvenu à établir la proportionnalité dont il est ici question. On peut consulter la p. 621 de notre T. XIII où l'on verra que les recherches qui conduisirent à cette loi datent des premiers mois de 1684. Voyez aussi les p. 484 et suiv. du même Tome: Huygens y démontre la loi aux p. 486 et suiv.

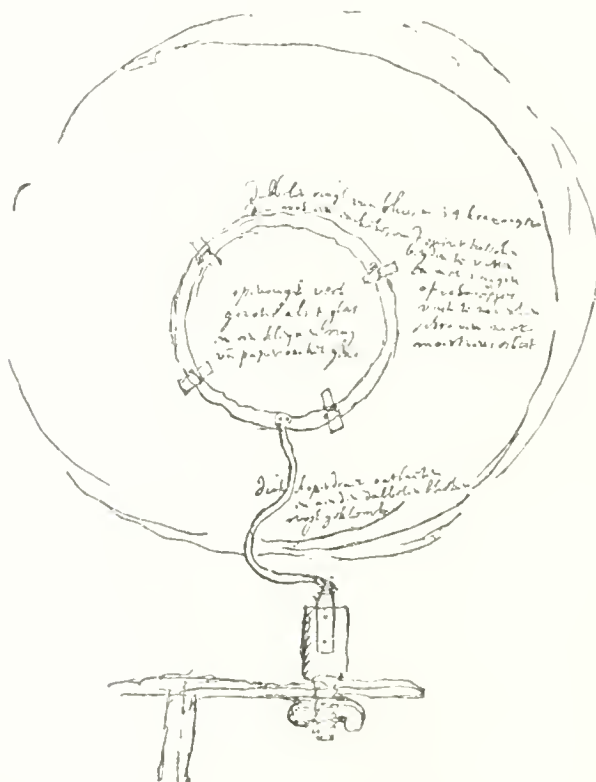
⁹⁾ La lettre de Newton „containing his new theory about light and colours” est de 1672; voyez p.e. la p. 156 de notre T. VII.

Sane majores multo forent, & majori proportione crescerent, eæ, quas diximus, aperture, si nihil aliud obfaret quam figuræ sphericæ parum idonea, in colligendis radiis, curvatura. Nunc vero alia quædam, ex ipsâ refractionis natura, oritur radiorum aberratio, quam ante annos aliquot Neutonus egregiis quibusdam experimentis & prismatum vitreorum coloribus comprobavit. Hæc vero & ipsâ leges suas habet, quibus, si recte eas perspicio, subdupla illa, quam dixi, aperturarum ad longitudes ratio colligitur.

APPENDICE I

À L'ASTROSCOPIA COMPENDIARIA.

La figure [Fig. 69] de l'objectif avec son cercle de papier attaché à la traverse, dont nous avons parlé dans le dernier alinéa de la p. 208 qui précède, se trouve à la p. 227 du Manuscrit F qui porte la date Sondag [dimanche] 5 Maj. [1686].



On lit dans la figure: Dubbelen ringh van blic, met 4 krammetjes. Dan noch een enekele, om 't papier tusſehen beyden te vatten en met wiggen of ſchroefjes vaſt te

maecken. Schroeven met moertiens is best. — Openingh veel grooter als 't glas, en een kleynen ring van papier om het glas. — Dick koperdraet ontaeten en aen den dubbelen blicken ringh gekloncken.

Dans le Man. F on lit encore à droite de la figure:

Het papier, daer het tusschen de blicke ringen gevat wordt moet met een perkamenten ringh gestrekt werden. Et en bas: door geboort, là où la traverse est percée.



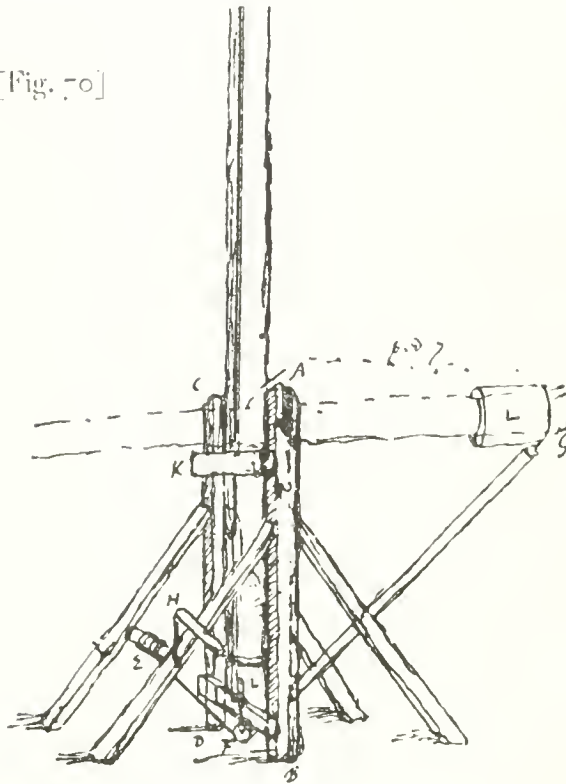
APPENDICE II

À L'ASTROSCOPIA COMPENDIARIA.

[1692]¹⁾.

Malus [Fig. 70] qui in Astroscopia compendiaria adhibetur, ita ordinatus ut demitti ac rursus erigi possit, et hyeme sub tecto collocari. ita funis, peracta observatione, auferetur, ac malus inclinabitur ne vento expositus maneat.

[Fig. 70]



AB, CD stipites in terram defixi pedes 4. extantes pedibus 7. in summis capitibus incisi, ut axis mali in cavitates istas inferi queat, et eximi cum libuerit.

In imo malo pondus affigendum, quo facilius erigatur. Juvente nimirum fucula E quæ manubrio H versatur. F est trochlea.

Videndum qua parte affigenda regulæ cavæ, inter quas pegma lentem sustinens sursum adducitur. an jacentem malo, subtus jacere debeant, ut minus a pluvia corumpantur?

Debent hæ regulæ septentrionem spectare.

Ergo fucula E quoque eodem. Sed tunc transversarium K quantum potest demittendum ne pegmati oblit. An pegma separandum in partes duas, ne impedian ante-rides²⁾.

¹⁾ Manuscrit II, p. 63. Les p. 60 et 75 portent respectivement les dates du 21 Maj. 92. et du 16 Jul. 1692.

²⁾ Arc-boutants, contreforts. Le mot est dans Vitruve.

Videndum quam in partem reclinatus malus horto minus incommodet: vel an erectus denuo, post exemptum funem, melius pluviae sic exponatur quam jacens. Nam a vento nihil puto timendum. Si malus erectus relinquatur poterit fucula E spectare ad austrum, ac regulæ ad boream, manente transversario K.

Oportet curare omnino ne funis EFG rumpi aut elabi possit, quia malus concidens frangeretur. Præstaret ut pondus L malum in æquilibrio poneret, ita periculo vacaret, nec fucula E opus haberemus. Tunc diligenter affigendum pondus L.

Distantia DB stipitum parte inferiore, sit paulo major quam AC, ut possit pondus L malum cingens inter BD recipi.

[Fig. 71]

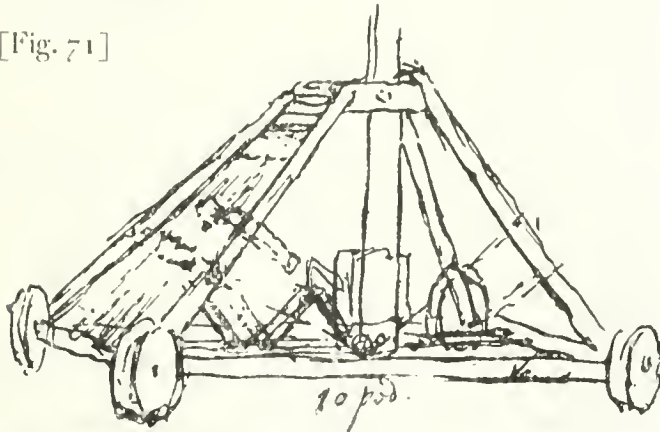
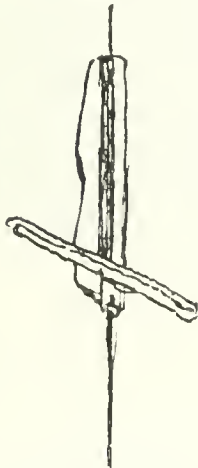


figure sans texte

[Fig. 72]

coulisse et traverse
(ou pegma)

[Fig. 73]

pegma alterum quo ad
orientem et occidentem
convertatur lens.

[Fig. 74]



*ad augendam mali
longitudinem.*

ad augendam mali
longitudinem (à
gauche: vinculum
ferreum).

[Fig. 75]



fic vulgò, sed
minus firma
junctura.

Voyez la p. 336 qui fait sur un mat employé long temps auparavant dans un but astronomique par Philippe de Heile; ce qui, soit dit en passant, explique l'intérêt de Karl de Heile pour le mat de Huygens, p. 198 qui précède.

Consultez les p. 302—304 qui suivent sur la comparaison avec un télescope catoptrique de 1723 d'un télescope aérien offert en 1691 par les frères Huygens à la Royal Society.

A la p. 61 de son „Hesperii et Phosphori nova phaenomena sive observationes circa planetam Veneris etc.” (Romæ, Salvioni, 1728) Fr. Bianchini dit l'être servi, en 1726 à Rome, de la méthode du fil de soie de Huygens. Déjà dans les „Mémoires de mathématique et de physique de l'Académie Royale des Sciences” de 1713 se trouve la „Description” par Bianchini, qui cite Huygens, „d'une machine portative propre à soutenir des verres de très grands foyers”. Les mêmes Mémoires, de 1715, contiennent un article de de la Hire intitulé: „Méthode pour se servir des grands verres de lunette sans tuyau pendant la nuit”, méthode qui est également une modification de celle de Huygens. L'auteur dit avoir donné un mémoire sur ce sujet à l'Académie déjà en 1695.

MEMORIEN AENGAENDE HET SLIJPEN
VAN GLASEN TOT VERREKIJCKERS

OU

MÉMOIRES SUR LA TAILLE DES
LENTILLES POUR LUNETTES
À LONGUE VUE.



Avertissement.

En 1685, donc bientôt après avoir construit le télescope sans tuyau dont traite l'„Astroscopia compendiaria", Huygens entreprit la rédaction du traité *De Telecopiis et Microscopiis* que nous avons publié comme *Pars Tertia de la Dioptrica* aux p. 434—585 du T. XIII : il y rappelle (pour le citer dans notre traduction) „que nous avons réussi, il y a peu de temps, à faire disparaître par notre invention le grand inconvénient résultant du trop grand poids et des trop fortes dimensions des tubes ¹⁾” en ajoutant „que plusieurs personnes ont commencé à cultiver l'art de polir de fort grandes lentilles ²⁾, laquelle étude, après un long intervalle, nous avons aussi repris nous-mêmes ³⁾”.

En effet durant son séjour à Paris de 1666 à 1681 ³⁾ Huygens ne s'était guère occupé de la taille des lentilles pour lunettes à longue vue, mais peu après son retour à la Haye il recommença, ensemble avec son frère Constantyn, ce travail auquel ce dernier avait continué de se vouer ⁴⁾. Il est vrai qu'étant arrivé à Paris il se proposait

¹⁾ T. XIII, p. 440.

²⁾ „Amplissimæ lentes”, expression qui ne désigne sans doute pas seulement des lentilles de diamètres assez considérables, mais surtout des lentilles de grandes distances focales : comparez au début des „Mémoires” (p. 254 qui suit) l'expression „schotels van grootte lenghde”, c. à. d. écuelles ou formes de grande longueur, où longueur désigne la distance focale.

³⁾ Interrompu par des séjours en Hollande de 1670—1671 et 1676—1678.

⁴⁾ On peut consulter dans nos T. XIII et XV un grand nombre de passages où il est question des „lentilles et lunettes fabriquées par les frères Huygens” ; le lecteur, comme cela se conçoit, y est souvent renvoyé à la Correspondance.

d'abord de travailler lui-même à cette fabrication: voyez la note 1 de la p. 262 du T. XIX où il est question des „Campanini” ⁵⁾, dont il est si souvent traité dans la Correspondance des années 1666—1672 ⁶⁾. Ce qui l'empêchait surtout de donner suite à son projet, c'était la mauvaise qualité du verre dont il disposait, celui de la verrerie du faubourg St. Antoine ⁷⁾. Oldenburg, en 1669, lui promet du verre anglais de Lambeth „sans veines, meilleure que celle de Venise [?] et fort propre pour les telescopes”, mais nous ne voyons pas qu'il l'ait reçu ⁸⁾. D'autre part il y avait à Paris des gens du métier dont quelques-uns pouvaient fort bien être chargés de fabriquer des formes et des lentilles à grande distance focale, la qualité du verre dont nous avons parlé rendant toutefois impossible la concurrence avec les meilleures lentilles italiennes. Ce furent e.a. Menard et son fils — Huygens connaissait Menard depuis 1663 ⁹⁾ — qui travaillèrent pour lui ou plutôt pour l'Académie des Sciences ¹⁰⁾. En novembre 1668 Huygens écrit: „Il y a un de nos commis de l'Assemblée qui travaille assez bien à faire des grands objectifs” ¹¹⁾ et le 5 janvier suivant „nous avons icy des gens qui commencent à bien travailler” ¹²⁾. En juin 1669 il fait „travailler depuis quelques semaines” à un „verre de 60 pieds” ¹³⁾. Les „maîtres lunettiers . . . ont chacun leur manieres et methodes qu'ils ne veulent pas que d'autres seachent” ¹⁴⁾. Il n'en était cependant pas tout à fait ainsi du maître ou „ouurier” Lebas mentionné

⁵⁾ Le passage cité dans cette note ne date-t-il pas de la fin de 1666? La remarque „beaufrère et soeur mal” semble correspondre à la lettre de Huygens du 5 novembre 1666, T. VI, p. 83 et la „loupe” est peut-être celle mentionnée à la p. 81 du même Tome.

⁶⁾ Chr. Huygens envoie des Campanines de Paris, Constantyn en fabrique à la Haye. En octobre 1671 (T. VII, p. 106) Chr. Huygens reçoit de la Haye un tour et des outils (voyez aussi sur ce sujet les p. 216, 219, 222 du T. VI, datant de 1668). Il continuait de s'appliquer à la microscopie; voyez p.e., pour ne citer qu'un seul passage, la note 1 de la p. 439 du T. XIX. Sur les Campanines on peut consulter p.e. la p. XC du T. XIII.

⁷⁾ Voyez les p. 148, 151, 155, 158 (nous ne connaissons pas le Mémoire de Huygens pour la verrerie), 170, 206, 207, 300, 460, 480, 497 du T. VI, datant de 1667—1669.

⁸⁾ T. VI, p. 533, T. VII, p. 3.

⁹⁾ T. IV, p. 289.

¹⁰⁾ T. VI, p. 87, datant de 1666. En février 1669 (T. VI, p. 377) nous apprenons que Menard est mort de sorte qu'il n'y a plus „de fort bons maîtres” à Paris; mais le fils Menard continue le travail.

¹¹⁾ T. VI, p. 300.

¹²⁾ T. VI, p. 334.

¹³⁾ T. VI, p. 460. Il ajoute que le „poliment” gâte souvent la figure des lentilles.

¹⁴⁾ T. VI, p. 170, janvier 1668.

pour la première fois en janvier 1672¹⁵⁾ et dont Huygens dit qu'il „a promis que je le verrois travailler". Les p. 311 et 316—319 du T. VI, datant de juin 1673, contiennent en effet des renseignements détaillés sur la méthode de Lebas, sur lesquels nous reviendrons. Néanmoins, Lebas n'avait pas communiqué à Huygens „tout son secret"¹⁶⁾ et sa veuve qui lui succéda tenait, elle aussi, „fort secrète" leur méthode „pour le parfait poli du verre"¹⁷⁾.

Évidemment Huygens connaissait aussi les lentilles de J. A. Borelli, mais il ne connaissait apparemment pas sa méthode d'opérer¹⁸⁾.

Revenu en Hollande en août 1681, Huygens put profiter de ce qu'il avait vu et entendu à Paris en même temps que de l'expérience que son frère Constantyn avait acquise entretemps à la Haye: Constantyn avait profité du travail de quelques artisans. Les lettres que Constantyn lui adressa pendant son séjour à Paris ne nous sont

¹⁵⁾ T. VI, p. 133. En août 1675 (T. VI, p. 485) Huygens fait mention de deux lunettes construites par Lebas et se trouvant à l'Observatoire, comme celles de Campani et de Divini. Il y parle aussi de Borelli. On peut comparer la note 22 de la p. 194 qui précède qui toutefois se rapporte à 1684; on y trouvera aussi le nom de Hartsoeker qui en séjournant à Paris en 1678—1679 s'était occupé de microscopie mais pas encore de la taille de lentilles pour des lunettes à longue vue; comparez la note 1 de la p. 58 du T. VIII.

¹⁶⁾ T. VI, p. 480, juillet 1675.

¹⁷⁾ T. VIII, p. 241, novembre 1679.

¹⁸⁾ À la p. III du Manuscrit I Huygens écrit: Offire de Borelli des verres de Telescopes. Transact. Philos. N°. 128. Sept. 1676. Ou il dit d'avoir communiqué son Invention a un de l'Academie Royale. Le prix qu'il met a son verre. 1500 liv. les grands de 50, 60, 65 pieds, les moindres de 6 jusqu'a 12 pieds, pour un escu le pied. de 12 a 18 pour $\frac{1}{2}$ pistole le pied. de 18 à 26 pour 1 pistole le pied. N°. 140 des mêmes Transactions. Jul. 1678.

On trouve en effet à l'endroit indiqué des Philosophical Transactions de 1676, aux p. 691—692, un article intitulé „An intimation given in the Journal des Sçavans, of a sure and easie way to make all sorts of great Telescopic Glasses, together with a generous offer of furnishing industrious astronomers with them". L'article se termine comme suit: „Since Monsieur Borelli hath found this way of working Glasses, he entrusted the secret of it to a person of the Academy above-mentioned [l'Académie des Sciences à Paris dont Borelli était membre]; and he purposeth to publish the same hereafter, with some other considerable Observations touching the same Glasses".

Dans les Philos. Trans. de 1678, à l'endroit indiqué, p. 1005—1006, se trouve un „Extract of a Letter written by Signior Borelli, about the price of his Telescopes: Communicated to [leçon alternative: by] Sir Jonas Moore [leçon alternative: Moor]".

pas parvenues ¹⁹⁾ mais les réponses de Huygens, où se trouvent les noms de ces artisans, sont conservées ²⁰⁾.

Les Mémoires sur la Taille des Lentilles pour Lunettes à longue vue, écrits en néerlandais, paraissent maintenant pour la première fois dans cette langue (ainsi que dans une traduction française). Jusqu'à présent ils n'ont encore vu le jour que dans les „Opuscula postuma” de 1703 dans la traduction latine de H. Boerhaave; dans les Tomes précédents nous les avons donc plusieurs fois cités sous le nom „Commentarii de formandis poliendisque vitris ad Telescopia” ²¹⁾. Il n'y a évidemment aucune raison pour réimprimer cette traduction latine dans les „Oeuvres Complètes”. Dans les notes nous signalons quelques petites erreurs de Boerhaave. Une d'elles est assez importante pour que nous en fassions mention ici: il confond parfois, sans doute par inadvertance, la distance focale des lentilles soit avec leur diamètre, soit avec le rayon de courbure de leurs surfaces. „Glasen van 36 voet” ²²⁾ p.e. (lentilles de 36 pieds) ne sont pas des „vitra quorum diameter triginta sex pedum” ²³⁾, mais des lentilles à distance focale de 36 pieds. Ailleurs — nous ne citons que ce seul endroit — il traduit „seer langhe glasen van 120 voet of meer” ²⁴⁾ (très longues lentilles, savoir de 120 pieds et davantage) par „vitris majoris Sphaerae v.e. 120 aut plurium pedum” ²⁵⁾, ce

¹⁹⁾ Nous avons dit plusieurs fois (c.a. dans la note 3 de la p. 7 du T. XVIII et dans la note 22 de la p. 161 du T. XX) que les lettres du père Constantyn — et il en est de même pour celles du frère Lodewijk — sont également défaut ainsi que, ce qui est bien regrettable, celles que Huygens adressa de Paris à son père.

²⁰⁾ On y trouve les noms des maîtres suivants: Cornelis Langendelf (T. VI, p. 205, T. VIII, p. 413, 415) que Huygens désigne une fois par l'expression „votre Menard” (T. VI, p. 152), Dirck (prénom?), lunetier de l'Achterom — une rue de la Haye — (T. VIII, p. 390, 411), peut-être identique avec le „schoorsteenveger” (ramoneur), dont il est question aux p. 341, 362, 385 du T. VIII (à moins que cette dernière expression ne désigne un italien), Musschenbroek et Hartsoeker (T. VIII, p. 64), ainsi qu'Oosterwijk (T. VIII, p. 89, voyez sur lui le T. XVIII) ne sont mentionnés en 1678 qu'à propos des microscopes. Apparemment Constantyn mentionna aussi Spinoza plusieurs fois dans ses lettres, comme les réponses le font voir.

²¹⁾ Nous avons toutefois cité aussi le titre néerlandais à la p. 250 du T. XVII.

²²⁾ P. 255 qui suit.

²³⁾ Opuscula postuma, p. 268, l. 11 d'en bas.

²⁴⁾ P. 259 qui suit.

qui semble indiquer qu'il entend parler de lentilles biconvexes, dont les rayons de courbure des deux surfaces auraient été de 120 pieds (ou davantage), tandis qu'en réalité il est question de lentilles à distance focale de 120 pieds, ce qui n'est pas tout-à-fait la même chose ²⁶⁾).

La raison pour laquelle Huygens écrivit en néerlandais est-elle la même que celle pour laquelle la Brève Instruction au sujet de l'emploi des horloges pour trouver les Longitudes orientales et occidentales (T. XVII) fut composée par lui dans cette langue? Voulait-il en premier lieu être entendu par les gens du métier néerlandais? Dans ce cas il aurait dû publier les „Memorien”. Il semble que, quelle que fût la facilité avec laquelle il écrivait le latin et le français, la véritable cause est qu'il ne voulait pas cette fois se donner la peine d'écrire dans une langue étrangère. De plus, il *correspondait* sans doute en français avec son frère Constantyn de même qu'avec les autres membres de sa famille; mais en taillant leurs lentilles conjointement les frères *causaient* évidemment en néerlandais ²⁷⁾ et les expressions techniques néerlandaises leur étaient donc les plus familières; c'est ce qu'on voit par le fait que les p. 293—300 du T. XVII sont écrites en néerlandais et que dans ses lettres Huygens se sert parfois, à propos de la taille des lentilles, de quelques mots appartenant à la même langue ²⁸⁾).

Le 19 avril 1685 ²⁹⁾ Constantyn écrit que son frère a sans doute commencé à rédiger les Mémoires, ce que Christiaan confirme dans sa réponse du 23 avril ³⁰⁾. En août de la même année nous voyons Constantyn en train de les copier ³¹⁾. Il est donc clair

²⁵⁾ Op. post. p. 270, l. 13 d'en bas.

²⁶⁾ L'indice de réfraction du verre n'étant pas toujours précisément 1,5: comparez la note 3 de la p. 252 qui suit. D'ailleurs les deux surfaces d'une lentille „de 120 pieds” peuvent aussi avoir des rayons de courbure inégaux: voyez la note 1 de la p. 294 qui suit sur une lentille biconvexe de 124 pieds dont les deux surfaces avaient apparemment des rayons de courbure de 204 et de 85 pieds respectivement. Il est vrai qu'en général les lentilles biconvexes de Huygens étaient sans doute de forme symétrique, comme les lentilles conservées le font voir.

²⁷⁾ Ou plutôt en flamand, comme ils disaient eux-mêmes.

²⁸⁾ P.e. dans la lettre du 4 avril 1682 à Constantyn (T. VIII, p. 346) „le Schuerschijf met de blockies” (traduit dans la note 1 de cette page par „le plateau à roder carrelé”; il s'agit, pensons-nous, du disque à roder muni de petites pierres bleues). Constantyn dans une de ses lettres de 1684 (T. VIII, p. 527) désigne la chambre du tour ou plus généralement le lieu où les frères fabriquaient leurs lentilles par le mot „Draeykamer”.

²⁹⁾ T. IX, p. 590.

³⁰⁾ T. IX, p. 6.

³¹⁾ T. IX, b. 591.

qu'ils furent achevés en 1685. Mais nous remarquons dans le Manuscrit que certaines additions y ont été faites par après, p.e. le passage qui se rapporte au verre de Bois-le Duc³²⁾ sur lequel on peut consulter aussi l'Appendice IV datant du 5 février 1686. Nous imprimons ces passages en italiques.

Dans le T. XVII nous avons publié les Pièces datant d'avant 1666 sur la Taille des Lentilles pour Microscopes et Lunettes à longue vue³³⁾; dans les Mémoires de 1685 il s'agit exclusivement de ce dernier genre de lentilles, plus précisément de la taille des *objectifs*, ainsi que, en premier lieu, de la fabrication et de l'achèvement des *formes*³⁴⁾.

Petites remarques sur la traduction française. Nous écrivons indifféremment „forme” ou „écuelle” quoique Huygens, en français, dise toujours „forme” (à moins qu'il ne dise „platine”, p.e. à la p. 148 du T. VI). Le mot néerlandais „mal” qui se trouve déjà dans la première ligne des Memorien, a été traduit par nous par „platine”, conformément à la terminologie de l'Appendice III qui suit³⁵⁾. Quant au verbe „slijpen”, nous l'avons rendu diversément dans le présent Tome, de même que dans le T. XVII³⁶⁾, selon que le sens semblait l'exiger³⁷⁾. Ecrivant en français, Huygens emploie souvent, outre le mot „polir”, le mot „douceir”, mais non pas, comme nous le faisons tant ici qu'au T. XVII, le verbe „roder”: il parle de „former” la lentille (ou plutôt „le verre”) avant que de procéder au doucissage. Nous traduisons „beytel”³⁸⁾ par „ciseau” quoique Huygens (p.e. dans l'Appendice III qui suit) écrive „outil d'acier”. Le „looper”³⁹⁾ — en latin „capulus” ou „capula”⁴⁰⁾ — auquel nous avons laissé dans le T. XVII son nom néerlandais⁴¹⁾ a été désigné ici par l'expression „molette”, forme moderne de „mollette” qu'on trouve e.a. à la p. 432 du T. VIII⁴²⁾.

³²⁾ P. 263 qui suit.

³³⁾ T. XVII, p. 287—304.

³⁴⁾ Schotelen ofte formen.

³⁵⁾ Dernier alinéa.

³⁶⁾ T. XVII, p. 293, note 6.

³⁷⁾ De même le verbe „opslijpen”.

³⁸⁾ P. 257 qui suit.

³⁹⁾ P. 267 qui suit.

⁴⁰⁾ Chez Boerhaave „manubrium”, mot qui d'ailleurs dans sa traduction a plusieurs sens.

⁴¹⁾ T. XVII, p. 252 et ailleurs.

⁴²⁾ D'ailleurs à la p. 317 du T. VII et ailleurs Huygens écrit „molette”.

Dans l'Appendice III Huygens parle de „formes de leton”. Nous aurions donc pu traduire généralement „coper” par „laiton” : il s'agit de cuivre jaune. Néanmoins nous avons écrit „cuivre” puisque Huygens se sert presque partout de l'expression „formes de cuivre” (voyez p.e. l'Appendice II qui suit). Qu'il s'agit bien de cuivre jaune, cela ressort des p. 106 et 112 du T. IX où le frère Constantyn parle de certaines formes de cuivre rouge disant : „je croy qu'à cela il n'y auroit point de mal”, tandis que Christiaan répond que le cuivre rouge est „plus mol, et par conséquent moins propre à bien doucir les verres” comme l'expérience le lui a appris.

Dans l'Avvertissement des p. 248—258 du T. XVII nous avons donné un aperçu des méthodes des frères Huygens d'avant 1666. Nous y avons dit e.a. que ce ne fut pas avant 1665 qu'ils s'occupèrent de la fabrication des formes au tour⁴³⁾; les détails sur cette fabrication nous manquent. Mais on peut y voir comment avant ce temps ils *achevaient* les formes, e.a. d'après les conseils de van Gutschoven. Il l'agissait alors, du moins dans le cas des formes de Caspar Calthoff⁴⁴⁾ habitant alors Dordrecht, de formes de fer *forgées*; mais celles-ci l'achevaient e.a. au tour. Pour le rodage et doucissage des lentilles⁴⁵⁾ Huygens se servait de sable⁴⁶⁾ (comparez le troisième alinéa de la p. 249); de tripoli pour le polissage qui se faisait sur du papier collé dans la forme avec de l'amidon⁴⁷⁾. Il fallait polir à la main: différents appareils ne satisfaisaient pas⁴⁸⁾.

Quant à la nouvelle méthode de 1666 — antérieure au départ pour Paris — pour tailler et polir des objectifs de 8 ou 10 pouces de diamètre⁴⁹⁾, dont Huygens ne donne

⁴³⁾ T. XVII, p. 248, note 2.

⁴⁴⁾ Non pas Kalthoven, comme nous l'avons écrit à la p. 254 du dit Tome. Ce maître est appelé Caspar Kalthoff par le Marquis de Worcester dans son „Century of Inventions” de 1663. Nous avons en effet fait voir dans notre article, mentionné aux p. 542 et 550 du dit Tome, que l'artisan néerlandais Calthoff (qui d'ailleurs retourna en Angleterre après son séjour à Dordrecht) est identique avec ce Kalthoff-là.

⁴⁵⁾ La p. 153 du T. VI, datant d'octobre 1667, nous apprend que déjà avant 1666 à la Haye Huygens faisait „une vis au derrière de la forme pour l'attacher sur le tour”. Ici il n'est pas question de l'achèvement de la forme, mais de l'emploi de cette dernière pour le fabricage des lentilles.

⁴⁶⁾ T. XVII, p. 293, 299.

⁴⁷⁾ T. XVII, p. 253, 296.

⁴⁸⁾ Fig. 24—29 des p. 301—304 du T. XVII. Voyez à la p. 304 la remarque „nihil boni præstat”.

⁴⁹⁾ T. VI, p. 23.

pas de détails⁵⁰), il en parle encore dans une lettre de 1667⁵¹) sans qu'on puisse voir en quoi elle consiste. Il est parlé dans cette lettre de polir „sur le plomb”⁵²), mais comme Huygens dit avoir apporté de Hollande une grande lentille — il est question dans une lettre de septembre de verres de 8 pouces ou plus de diamètre, la fabrication desquels est ou serait „quelque chose d'extraordinaire” — fort bien *doucie*, la nouvelle méthode (dont plus tard nous n'apprenons plus rien) n'était apparemment pas une méthode pour *polir*. Consistait-elle — voyez la note 45 qui précède — dans le rodage et doucissement des lentilles dans des formes *tournantes*⁵³)?

Comme nous l'avons dit plus haut, Huygens ne travailla guère lui-même à Paris, mais il importe d'examiner en quoi les méthodes des Memorien de 1685 se rattachent à des procédés d'autrui, procédés nouveaux, ou du moins inconnus aux deux frères avant 1666, et qui sont certainement en partie des procédés parisiens. Cet examen ne saurait être que superficiel, mais il nous semble être de notre devoir d'historien de ne pas nous y dérober.

Préparation des platines devant servir e.a. à achever les formes d'après le procédé de la Fig. 78. Deux platines servent à cet effet, l'une convexe, l'autre creuse⁵⁴) ou concave. Il s'agit bien entendu de plaques, ou plutôt de règles, de cuivre bordées au moins d'un côté, l'une et l'autre, par des arcs d'une circonférence de cercle, ou plutôt par des surfaces cylindriques. D'après la p. 254 qui suit les deux platines sont frottées l'une sur l'autre avec de l'émeri pour donner aux deux surfaces en question la forme cylindrique exacte. Ceci nous semble provenir de Lebas de Paris, puisque Huygens écrit en juin 1673 à propos de ce maître⁵⁵): „Il fait premièrement la règle de fer de pres d'un pouce en quarré, et mesme une seconde règle creusée pour perfectionner l'autre en les frottant l'une contre l'autre avec de la poudre d'emiril. Pour tourner la forme, il se sert etc.”.

⁵⁰) T. XVII, p. 250.

⁵¹) T. VI, p. 163 datant de décembre 1667.

⁵²) Voyez aussi sur le polissage sur du plomb la p. 205 du T. VI.

⁵³) Ceci n'était peut-être pas chose si commune: en juillet 1675 (T. VII, p. 480) Huygens écrit à propos de Lebas apparemment comme un fait digne d'être mentionné: Il fait tourner la forme dans la quelle il acheve ses oculaires.

⁵⁴) C'est le mot généralement employé par Huygens.

⁵⁵) T. VII, p. 311. Il est vrai que Lebas se sert de „fer” et Huygens de „cuivre”.

Diamètre des formes. Memorien (p. 254 qui suit): „Le diamètre des formes doit être inférieur de peu au triple du diamètre de la lentille qu'on veut tailler”. Ceci ne provient-il pas également de Lebas? Huygens écrit⁵⁶⁾: „En polissant [le verre] commence à reluire par tout également, et c'est un des avantages des grandes formes, à ce que dit l'ouvrier, car dans les petites toujours les bords demeurent un peu moins polis”. Van Gutfeloven en 1653 n'avait recommandé les formes grandes par rapport aux lentilles que dans le cas où ces dernières sont petites⁵⁷⁾.

Formes de cuivre jaune (Memorien, p. 256). Comme nous l'avons dit plus haut les frères, avant 1666, travaillèrent d'abord dans des formes de fer; à partir de 1658 il est aussi question de formes de „métal”, c.à.d. de cuivre jaune⁵⁸⁾, dont d'autres se servaient également⁵⁸⁾. En 1667 Huygens semble préférer le fer⁵⁹⁾. Est-ce donc ici le sentiment de Constantyn travaillant à la Haye qui a prévalu? (Il est vrai qu'en 1686, Appendice IV qui suit, il est de nouveau question d'une forme de fer.) Ou bien est-ce, ici aussi, surtout l'influence de Lebas qui „fait ses formes *de cuivre*, bien grandes, jusques contenir deux fois et demi le diamètre du verre”⁶⁰⁾?

Achèvement de la forme au tour. La Fig. 78 de la p. 257 qui suit qui se rapporte à cet achèvement ressemble exactement à la Fig. 86 de l'Appendice III datant de 1682 (il y est question d'une forme de laiton). En 1682 Huygens était de retour à la Haye. Il semble donc qu'il agit ici d'une méthode dont on se servait dans cette dernière ville.

Méthode pour empêcher la déformation de la forme par la pression. On voit que le passage de la p. 259 qui se rapporte à ce sujet est imprimé en italiques: c'est donc un passage ajouté après coup. Il est vrai que déjà en 1673 Huygens écrivait⁶¹⁾, après avoir vu que Lebas mettait sous la forme, pour l'empêcher de plier elle-même, „quelques ronds de carton qui obéissent tant soit peu quand on travaille le verre”: „Peut-être ne seroit-il pas mauvais d'y mettre par derrière une grosse crouste de

⁵⁶⁾ T, VII, p. 318, juin 1673.

⁵⁷⁾ T, I, premier alinéa de la p. 223.

⁵⁸⁾ T, XVII, p. 255.

⁵⁹⁾ T, VI, p. 153, datant d'octobre 1667. Il écrit à son frère Constantyn: „Pour la convexité de vostre lentille il est vrai qu'elle est tant soit peu moindre que de celles que j'ay faites dans la forme de fer, ce qu'il faut attribuer au changement qui est arrivé à celle de cuivre qui s'est usée par le travail”.

⁶⁰⁾ T, XVII, p. 311.

⁶¹⁾ T, VII, p. 318.

plâtre pour la fortifier". Mais ce n'est qu'en avril 1682⁶²⁾ qu'il écrit: „Je casse . . . pour jamais les 3 pieds sous la forme [il est question de ces pieds à l'endroit des Memorien qui précède immédiatement le passage ajouté], parce que je vois que lors qu'on presse dessus pour polir, elle plie entre chaque deux pieds, et que cela empêche que le milieu du verre ne puisse toucher. J'ay posé maintenant la forme sur un cercle de terre à potier etc."

Ceci porte à croire (car comment Huygens aurait-il pu mentionner les 3 pieds dans ses Memorien après les avoir cassés pour jamais?) que l'œuvre était déjà écrite, au moins en partie, en avril 1682 et que la rédaction de 1685, dont il était question à la p. 243, consista à l'écrire au net et à lui donner la forme définitive.

Achèvement ultérieure de la forme en la frottant avec une pierre munie de morceaux d'émeri et pressée par un bâton, pouvant lui-même être pressée par un ressort. Ce passage de la p. 261 a été lui aussi ajouté après coup. La méthode du bâton qui presse n'était pas inconnue aux frères Huygens travaillant en 1658 ou 1660⁶³⁾. D'autres la connaissaient avant eux: voyez le passage du Journal de Beeckman que nous avons cité dans la note 3 de la p. 297 du T. XVII. Mais en ces endroits il ne s'agissait pas du perfectionnement de la forme; ce que le bâton pressait, c'était — comparez la p. 269 qui suit — la lentille décrivant sa route sur la forme tout achevée. Nous ignorons si le bâton à ressort avait été antérieurement employé pour l'opération dont il s'agit ici.

Du choix du verre. C'est dans cette partie (p. 263) qu'a été intercalé, comme nous l'avons déjà dit, le passage sur le verre de Bois-le-duc. Vers la fin de juin 1685 Constantyn parle de la possibilité d'avoir du verre de cette verrerie, à commencer par un échantillon⁶⁴⁾. Cet échantillon fut apparemment obtenu en ou avant le commencement de février 1686⁶⁵⁾ et à la fin d'avril les frères en reçurent une bonne quantité⁶⁶⁾. Comme Huygens ne mentionne que ce verre-ci et le verre vénétien (car c'est de Venise que venaient les glaces; comparez la p. 256 du T. XVII) nous ne croyons pas devoir citer tous les passages des lettres où il est question d'autre verre.

⁶²⁾ T. VIII, p. 346.

⁶³⁾ T. XVII, p. 297—300. Voyez-y les Fig. 21 et 22.

⁶⁴⁾ T. IX, p. 15.

⁶⁵⁾ Appendice IV qui suit.

⁶⁶⁾ T. IX, p. 76.

Nous nous contentons de mentionner le verre anglais „pour les grands objectifs” dont il est parlé en 1682 ⁶⁷⁾ et qui est dit être „bon” et avoir „fort peu de points”, mais „d’une couleur fort sombre et noirâtre” ⁶⁸⁾.

Mesure de l’épaisseur du verre. À la p. 267 Huygens dit qu’on mesure mieux cette épaisseur avec des poucettes qu’avec un compas crochu. Cette remarque a-t-elle quelque rapport avec l’observation de Constantyn d’avril 1685 ⁶⁹⁾ que les „petites formes pour les oculaires nous trompent a chaque fois” puisqu’il paraît douteux si son frère a „une methode feure de mesurer avec le compas la longueur de leur foyer”?

Doucissage avec de l’émeri. Cette méthode de doucir semble être empruntée à Lebas, puisque Huygens écrit en 1673 ⁷⁰⁾, en soulignant ces mots: „Il doucit [le verre] avec de la poudre d’emeril tres fine”. En 1669 Huygens doucissait encore avec du sable (Appendice II qui fuit).

Au reste les frères ont tâché de trouver eux-mêmes la meilleure méthode, témoin le passage intercalé de la p. 273 et les paroles de Constantyn dans sa lettre du 1 août 1685 ⁷¹⁾: „Je laisseray ouvert [en copiant les Memorien] l’endroit ou il faut parler du changement de l’emeril jusques a ce que nous nous soyons encore mieux determinés par l’experience etc.”

Polissage. Le polissage sur papier dont nous avons parlé plus haut (p. 245) n’est plus recommandé dans les Mémoires, ni généralement le polissage sur quelque chose de mol. Sur ce point Huygens se montre en 1685 d’accord avec Lebas ⁷²⁾. Mais il ne compose pas comme lui ⁷³⁾ le fond sur lequel la lentille à polir décrira ses va-et-vient.

Nouvelles machines de Huygens pour le polissage. Il est déjà question d’une machine de ce genre en août 1683 ⁷⁴⁾ où l’on voit que les frères avaient délibéré sur sa

⁶⁷⁾ T. VIII, p. 385 et 390.

⁶⁸⁾ On pouvait d’ailleurs se procurer aussi à Londres du verre „parfaitement blanc et presque sans points”, mais c’était une espèce de verre italien puisque la verrerie avait un directeur de cette nationalité (T. IX, p. 121, 1687).

⁶⁹⁾ T. IX, p. 8.

⁷⁰⁾ T. VII, p. 311.

⁷¹⁾ T. IX, p. 591.

⁷²⁾ T. VII, p. 311 (juin 1663): „Après que [le verre] est douci, c’est maintenant le grand secret de luy donner le poli dans la mesme forme, sans y coller rien, car il est certain [d’après Lebas] que le papier ou quelqu’autre chose que ce soit de mol, gaste les verres quand il faut polir longtemps”.

⁷³⁾ Même endroit.

⁷⁴⁾ T. VIII, p. 430.

construction; le premier dessin de Constantyn de ce temps fait défaut, mais on en trouve un deuxième à la p. 432 du T. VIII ainsi qu'un de Christiaan du même mois (T. VIII, p. 434) et un de septembre 1685 (T. IX, p. 26). Constantyn voyait une difficulté notable dans le premier projet „qui est que la pointe de fer attachée au levier et qui presse le verre [voyez cette pointe dans la Fig. 81] demeureroit toujours perpendiculaire sans la pouvoir faire pancher tantost d'un costé, tantost de l'autre comme nous [en polissant à la main] faisons pour empêcher le tremblement”⁷⁵⁾. Bientôt⁷⁶⁾ il reconnaît que Christiaan a „evité ou surmonté la difficulté”. C'est ce qu'on peut lire à la p. 285 qui suit en considérant ce que Huygens y dit sur la main artificielle M de la Fig. 84.

Un dessin de 1692 d'une autre forme de la machine a déjà été publié par nous à la p. 816 du T. XIII. Nous ajoutons aux *Memorien* la traduction française du texte latin correspondant imprimé dans le T. XIII.

⁷⁵⁾ T. VIII, p. 431.

⁷⁶⁾ T. VIII, p. 432, également août 1683.

MÉMOIRES SUR LA TAILLE DE LENTILLES
POUR LUNETTES À LONGUE VUE

• [1685]

MÉMOIRES SUR LA TAILLE DE LENTILLES POUR LUNETTES À LONGUE VUE.

[1685]

DE LA FABRICATION DES ÉCUELLES OU FORMES.

Il faut d'abord faire une platine ¹⁾ en cuivre ²⁾ dont la rigidité doit être proportionnée à la grandeur de l'écuelle. À cet effet on trace une partie de la circonférence de cercle désirée sur une plaque de cuivre, ce qui se fait au moyen d'un bâton pourvu d'une pointe de fer vers le bout et ayant une longueur égale à la longueur [ou distance focale] désirée de la lentille supposée biconvexe ³⁾. Ou bien, lorsqu'il s'agit de fabriquer des écuelles de grande longueur ⁴⁾, on se fert du calcul suivant. Supposez que la droite *ae* [Fig. 76] touche l'arc *ab*, partie de la circonférence de cercle correspondant à l'écuelle ou forme et possédant par exemple un rayon de 36 pieds, autrement dit un diamètre de 72 pieds. Prenez des parties égales *ae*, *ee* d'un pouce chacune, jusqu'au delà de la demi-largeur de la forme; comme 72 pieds sont à 1 pouce, ainsi soit ce der-

¹⁾ La platine dite convexe — „bolle mal” par opposition à la platine concave ou „holle mal” dont il sera question plus loin — qui consiste en une plaque ou plutôt une règle de cuivre, plane de deux côtés, de la figure *ggbacg*, limitée d'un côté par la circonférence de cercle *bac* [Fig. 79] doit servir (voir l'alinéa suivant) à fabriquer, à l'aide du tour, une écuelle ou forme de bois, laquelle servira de modèle pour la fonte de la forme ou écuelle de métal dans laquelle s'opérera le rodage, et aussi le polissage, des lentilles. Voyez la note 6 sur l'achèvement de la figure de l'écuelle au tour.

²⁾ Au lieu de „cuivre” nous aurions aussi pu écrire „laiton”. On peut voir à la p. 292 qu'en 1669 Huygens parle d'une „forme de cuivre” (ce n'est pas, soit dit en passant, de la „platine” qu'il s'agit ici, mais d'une écuelle ou forme), tandis qu'en 1682 (Appendice III qui suit) il se sert de l'expression „forme de leton”. C'est bien toujours de laiton ou cuivre jaune qu'il s'agit : comparez la p. 245 de l'Avertissement.

³⁾ En effet, lorsque les deux surfaces de la lentille biconvexe ont le même rayon de courbure, ce qui est évidemment le sens du texte, et que l'indice de réfraction du verre est 1,5, la distance focale est égale au rayon de courbure (voir les p. 13 et 89 du T. XIII). Boerhaave dans sa traduction latine admet à tort que les mots „*aen weder sijden geslepen*” s'appliquent au *bâton*; il traduit: „*utrinque fascia levigatus*”.

⁴⁾ C. à. d. servant au rodage et polissage de lentilles à grande distance focale, et possédant par conséquent elle-aussi un grand rayon de courbure.

MEMORIEN AENGAENDE HET SLIJPEN VAN GLASEN TOT VERREKIJKERS.

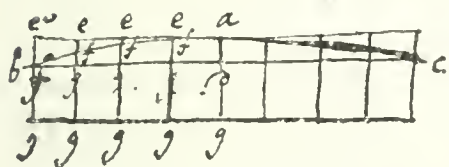
[1685]

VAN 'T MAECKEN DER SCHOTELN OFTE FORMEN.

Men moet voor eerſt een mal maecken van Coper ²⁾, ſtijs genoegh naer de grootte vande ſchotel, treckende het gedeelte vanden circel die men begeert opeen Copere plaet, door middel van een ſtock vande gerequireerde lenghde daer van men het glas begeert

[Fig. 76]

Fig. 1



(zijnde aen weder ſijden geſlepen ³⁾) ende een ijfere pennetie op 't eijnde. Ofte wel, om ſchotels te maecken van grootte lenghde ⁴⁾, door uijt treekeningh aldus... neemt dat de rechte linie *ae* [Fig. 76] is een tangensaen den boogh *ab*, gedeelte van des ſchotels circel, bij exempel van 36 voet radius of 72 voet diameter. Stelt de gelijcke deelen *ae*, *ee* ieder van een duym, tot wat verder als de halve breedte der ſchotel en gelijk 72 voet tot 1 duym, ſoo zij deſe tot een andere kleiner

nier à une autre ligne plus petite, savoir la première ligne *ef* à partir de *a*. Le quadruple de cette première ligne constitue la ligne *ef* suivante; la troisième *ef* vaut 9 fois la première, la quatrième 16 fois et ainsi de suite suivant les nombres carrés. Retranchant ensuite des lignes *eg*, supposées longues d'un pouce, les nombres qui expriment la longueur des ⁵⁾ lignes nommées *ef*, lesquelles sont trop petites pour être prises entre les pointes d'un compas, on a les parties *fg*; après les avoir portées au moyen d'une règle divisée sur les lignes *gg*, on tracera par les points *ff* l'arc *aff*, et l'on fera la même chose de l'autre côté de la ligne *ad*. Cette platine ayant été limée de manière à lui donner la forme de la circonférence tracée, il faut ensuite tracer et limer à son image une autre platine concave et les frotter l'une sur l'autre avec de l'émeri jusqu'à ce qu'elles s'emboîtent exactement l'une dans l'autre; à cet effet l'une des deux platines doit être clouée sur une planche.

Pour pouvoir fondre les formes il faut fabriquer au tour une forme de bois d'après la platine prénommée, du moins lorsqu'il s'agit de fondre une forme de cuivre assez concave. Car pour fabriquer des écuelles de 20 ou 30 pieds ou davantage, il suffit de faire couper d'une planche plane un cercle de la grandeur et de l'épaisseur désirées. *Cependant même dans ce cas on aura besoin des platines pour achever au tour les formes fondues, comme il sera dit plus loin* ⁵⁾ ⁶⁾.

Les formes ne peuvent guère être d'un cuivre trop épais. Nous avons constaté qu'une forme d'un demi-pouce d'épaisseur et d'un diamètre de 14 pouces, servant à fabriquer des lentilles de 36 pieds ⁸⁾, avait une épaisseur convenable, étant attachée avec du ciment dur de poix et de cendres sur une pierre ronde de l'épaisseur d'un pouce; *ce dont nous parlerons plus loin* ⁵⁾ ⁹⁾.

Le diamètre des formes doit être inférieur de peu au triple du diamètre de la lentille qu'on veut tailler ¹⁰⁾. Nous indiquerons plus loin la mesure exacte des diamètres. Pour fabriquer des lentilles courtes [c. à. d. à petite distance focale] la forme doit avoir des dimensions un peu plus grandes par rapport à la lentille pour permettre aux mains pendant le polissage un mouvement assez ample.

⁵⁾ Nous imprimons en italiques dans le texte néerlandais, et généralement aussi dans la traduction française, les parties visiblement ajoutées plus tard; la couleur de l'encre les distingue nettement du texte primitif.

⁶⁾ Voyez sur la correction de la figure de l'écuelle (note 1) à l'aide du tour et des platines convexe et concave les p. 257 et 259 qui suivent [Fig. 78 et 79].

⁷⁾ Le mot „hebben” fut intercalé à la place de deux mots biffés précédant le mot „wij”; les mots „sterckte hadde” remplacent également une leçon primitive.

⁸⁾ C. à. d. des lentilles dont la distance focale est de 36 pieds. Boerhaave, nous l'avons déjà dit dans l'Avertissement, parle à tort de „vitra quorum *diameter* triginta sex pedum”.

⁹⁾ Voir la p. 258 qui suit.

¹⁰⁾ Voyez cependant, à la p. 298 qui suit, la remarque finale de l'Appendice IV.

linie, welke is *ef*, d'eerste van *a* af te rekenen. dese 4 mael is voor de volgende *ef*, en 9 mael genomen is voor de derde *ef*, en 16 mael voor de vierde en soo voorts volgens de quadraet getallen, als men nu *de getallen* ⁵⁾ deser ⁵⁾ deeltjes *ef*, die te klein sijn om met de passer gevat te werden, af treckt van *eg*, die een duim langh gestelt werden, soo heeft men de deeltjens *fg*, welke op een verdeeldt liniael genomen en gestelt op de linie *gg*, soo sal men door de punten *ff* den boogh *aff* trecken en van gelijken doen aen d'andere sijde van *ad*. Dese mal sijnde afgevijlt, volgens de getrocken circumferentie, soo moet naer deselve een andere holle mal getrocken en gevijlt werden, en die beide met ameril in malkander geschuyrt tot dat net in een komen te passen, sijnde daer toe een derselve mallen op een planck gespijckert.

Om de schotels te gieten moet men volgens de voors. mall een forme van hout draeijen om de schotel van Coper naer te gieten, indien die eenighsins wat diep hol sal sijn. Want voor schotels van 20, 30 of meer voeten, is het genoegh een rondt van een vlacke planck te doen maecken vande groote en dichte die men begeert. *doch de mallen sijn nochtans noodigh tot het draeyen der gegotene schotels, als geseght sal werden* ⁵⁾ ⁶⁾.

De schotels konnen niet licht te dick van Coper wesen. wij hebben ⁷⁾ bevonden dat eene van $\frac{1}{2}$ duim dichte en van 14 duim diameter, dienende om glazen van 36 voet ⁸⁾ te maecken, bequaeme sterkte hadde ⁷⁾, sijnde vast geset op een ronde steen van een duim dichte met harde cement van pick en asse: *waer van hier nae noch geseght sal werden* ⁵⁾ ⁹⁾.

De diameter van de schotels behoort te wesen weijnich minder als drijmael den diameter van het glas dat men wil slijpen ¹⁰⁾. van welke diameters haer maet hier nae sal geseght werden. In korte glazen moet de schotel naer advenant wat grooter wesen om de handt genoegsame bewegingh in 't slijpen te geven.

La forme ayant été fondue on fera fabriquer, afin de la pouvoir monter sur le tour, une épaisse plaque ronde de cuivre [Fig. 77] d'un diamètre de 3 à 4 pouces pourvue d'une vis s'adaptant à l'axe de cuivre du tour.

On attache cette plaque ronde avec de la soudure d'étain à la face postérieure de l'écuelle, laquelle doit en cet endroit avoir été rendue par la lime bien plane et bien parallèle à la circonférence de devant, pour qu'étant placée sur le tour l'écuelle tourne sur elle-même ou peu s'en faut ¹²⁾.

Pour tourner maintenant les écuelles *d'après la figure requise* ou cloue la platine concave sur une planche bien plane, attachée à une tête de bois placée sur le tour devant l'écuelle, le côté concave de la platine se trouvant du côté qui ne regarde pas cette dernière [Fig. 78 et 79]. Tout contre cette platine-là on fait mouvoir la platine convexe, laquelle est attachée avec de petits clous (dont on lime les têtes de manière à les rendre plates, afin qu'ils ne faussent pas) au côté inférieur d'une planchette dont le mouvement est guidé, outre par la platine convexe, par deux goupilles dont la longueur, pour autant qu'elles sont en saillie, égale son épaisseur. À un côté de la même planchette, qui doit dépasser la platine concave de manière à atteindre à peu près l'écuelle, le ciseau ¹³⁾ avec lequel on veut achever cette dernière, est attaché avec une vis à bois ¹⁴⁾; on peut, suivant les exigences de l'instant, faire mordre le ciseau sur l'écuelle ou bien l'en tenir écarté. Le tranchant doit être placé suivant un diamètre de l'écuelle.

Or, pour savoir si la platine concave est parallèle à la surface de l'écuelle montée sur le tour avec la queue susdite ¹⁵⁾, on laisse toucher, du côté opposé à celui où se trouve le tourneur, l'extrémité du ciseau à un point de cette surface, ensuite, après avoir déplacé le ciseau avec sa planchette jusqu'au côté opposé au précédent, où il se trouve à égale distance du centre, et après avoir tourné l'écuelle de 180°, on regarde si le ciseau touche de nouveau l'écuelle au même point. S'il en est ainsi, c'est bien. Mais s'il en est autrement, on peut y remédier en modifiant quelque peu à coups de

¹¹⁾ Il manque un mot dans le manuscrit par suite d'une déchirure.

¹²⁾ Toute cette partie imprimée en italiques a été intercalée plus tard (comparez la note 5), mais elle correspond quant au sens avec une partie biffée à la page précédente du manuscrit, où Huygens a écrit en marge: „dit pag. sequ.” c. à. d. ceci à la page suivante).

¹³⁾ Leçon primitive (au lieu de: „nae de figuer”): „verder”.

¹⁴⁾ Huygens écrit: „l'outil d'acier” (p. 293 qui suit).

¹⁵⁾ Huygens écrit „vis de bois” (même endroit).

¹⁶⁾ On lit dans la Fig. 78: steert (queue), schijf (disque), bril (lunette), schotel (écuelle), vaste mal (platine fixe), schuyvende mal (platine mobile), schroef (vis), beijtel (ciseau), planckje bovenop de schuyvende mal (planchette attachée à la platine mobile), hooft van de draeijbanck (tête du tour).

¹⁷⁾ Comparez le début de la note 16.

marteau la position de la tête ¹⁸⁾). Ce qui vaut le mieux c'est d'examiner de la manière indiquée si la platine concave est bien centrée alors qu'elle n'est encore clouée que d'un seul côté: sinon, on peut mieux la centrer et achever ensuite le clouage. Il faut en tout cas examiner la chose pendant le tournage ce qui se fait sans peine; car si la platine concave n'était pas bien centrée, l'écuelle prendait une forme pointue ¹⁹⁾ au milieu, soit en faillie soit en creux. Les trous dans les platines où passent les clous doivent être larges et éloignés du côté limé, afin que par l'enfoncement des clous et la dilatation correspondante du cuivre la figure des platines ne soit pas gâtée.

La lunette (note 16) ainsi que le tour doivent être forts et rigides, incapables de vaciller, sinon il en résulterait des raies et des inégalités dans la figure de l'écuelle.

L'écuelle ayant été achevée au tour aussi bien que possible, on la sépare de la queue en plaçant cette dernière sur des charbons ardents qui font fondre la soudure.

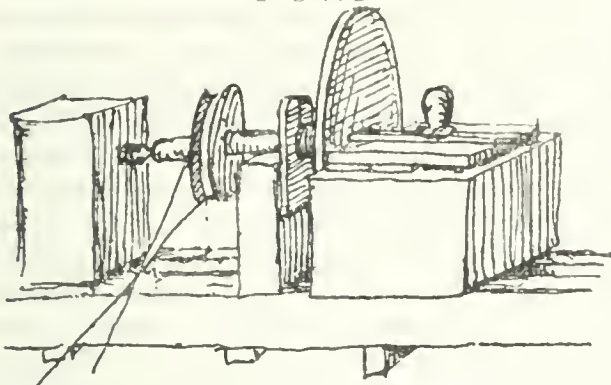
Comme cet achèvement des écuelles au tour, ainsi que la soudure et la fonte finale de cette dernière, donnent beaucoup d'embarras, il importe de savoir qu'on peut obtenir des écuelles plates, ainsi que des écuelles pour de très longues lentilles, savoir de 120 pieds et davantage, sans les fabriquer au tour: après qu'elles ont été fondues, on peut d'abord aplanir leurs surfaces sur la meule dont les tailleurs de pierres se servent pour polir le marbre, et pour rendre ensuite l'écuelle tant soit peu concave, autant qu'il en est besoin, on peut se servir de pierres avec de l'émeri; on prendra d'abord une pierre égale à la moitié de l'écuelle environ, et ensuite une autre presque égale à cette dernière, et l'on mesurera la concavité calculée avec un fil de fer sous une règle. Pour frotter et achever ainsi les écuelles avec de l'émeri après qu'elles ont été aplanies à l'aide de la meule ou tournées sur le tour, on commence par les attacher avec du ciment dur de poix et de cendre au disque de pierre *qui a l'épaisseur d'un pouce et est presque égal en grandeur à la forme; à cet effet on chauffe d'abord la forme pour qu'elle s'unisse plus fortement au disque.* Celui-ci est supporté par trois petits pieds faisant corps avec lui et dont la longueur est comparable à la largeur d'un brin de paille. *Le disque de pierre reste attaché à la forme, après que celle-ci a acquis la figure qu'elle doit avoir; ceci est nécessaire pour maintenir sa rigidité durant le rodage et le polissage: sans ce soutien l'écuelle, quoique reposant sur trois pieds, plierait par l'effet de son propre poids, ce que nous avons constaté par le fait que lorsque nous déplaçons ou ôtons les pieds, les lentilles y adhèrent tantôt plus tantôt moins. Il ne faut donc aucunement négliger ce moyen de rendre les écuelles rigides en les tenant fermement attachées; c'est un point fort considérable.*

¹⁸⁾ Comparez la fin de la note 16.

¹⁹⁾ Boerhaave dans sa traduction donne à tort, croyons-nous, un autre sens au mot „punt” disant que l'écuelle pourrait devenir concave ou convexe „ad hoc illudve punctum”.

mineren op de voors. manier of die recht staet, konnende anders gerecht werden en dan voort vast gespijckert. Men moet dese proef altemet in 't draeyen eens nemen, 't welcke sonder moeite geschiet. Want indien de holle mall niet recht en stondt soude

[Fig. 79]



de schotel eenighsins met een punt 'v) in midden hol of bol werden. De gaten in de mallen daer de spijskertjes doorgaen, moeten ruijn sijn, en niet dicht aen de geslepe kant derselve, op dat door het inflaen der spijskers de figuer van de mallen niet valschen werde door 't uijfsetten van 't koper.

Den bril soo wel als de draeybanck moeten sterck en stijf wesen, sonder te konnen

dreunen, alsoo anders slaghen en ongeluykheden in de schotel komen.

De schotel alsoo soo net als mogelijk gedraeyt sijnde, doet men de steert daer af, leggende die op heete koolen, die de soudure doen finelten.

Dit draeyen der schotelen, en vast en los souderen, veel moeyten hebbende, soo is te weten dat men vlakke schotels, als mede tot seer langhe glazen van 120 voet of meer kan hebben sonder die te draeyen, doende deselve, naer dat gegoten sijn, vlak slijpen op de steenhouwersinolen, daer sij de marmersteen op slijpen. Want om de schotel soo weijnigh als van nooden is uyt te hollen, dat kan men met steenen met ameril te weegh brengen; eerst met half soo groot ontrent als de schotel, en daernae met bijnae van de schotels groote, metende de berekende diepte met een yfere snaer onder een liniael. Om de schotels aldus met ameril te schuren, nae dat op de molen geslepen sijn, of op de draeybanck gedraeyt, soo plaekt men die eerst op de ronde schijf van steen, *die een duym dick en weijnigh kleijnder als de schotel is*, met hardt cement van pick en as, *warmende eerst de schotel om te beter vast te houden*. Aen dese steen sijn 3 pootjes een stroobreet uijfstekende, gelaeten, om op te staen. *Deselve steen blijft voorts aen de schotel vast, nae dat dese perfect gemaect is, want dit is nodigh om deselve te stijven in 't slijpen en polijsten. Want sonder dit soo soude de schotel, al hoewel op 3 pooten rustende, door haer eyghen gewicht doorbuijgen t welck wij beonden hebben door het verscheijde klemmen der glazen naer dat men de poten versette of wegh nam. soo dat dit opplacken en stijven der schotels geensins moet versuijmt werden, en een seer considerabel point is.*

Pour préparer les pierres à émeri dont il était question plus haut, l'on pile du bon émeri et l'on choisit en le triant des morceaux de la grandeur de petits pois.

Ensuite on prend une bande de papier épais qu'on lie avec une ficelle tout autour de l'écuelle de sorte qu'il s'élève partout d'un pouce au-dessus d'elle. Il faut posséder un disque de pierre un peu plus petit que l'écuelle. Après avoir mêlé une quantité suffisante de poix avec autant de cendre qu'elle en peut contenir, on chauffe la pierre et on y verse, avec une cuiller, un peu de la poix préparée, laquelle on verse ensuite aussi sur toute l'écuelle qui doit d'abord avoir été enduite de savon; il faut en outre y avoir mis trois petits morceaux de bois dont la hauteur indique l'épaisseur désirée de la couche de poix. On prend alors la pierre par deux des quatre manches de bois, ou plutôt de pierre, qu'on y a collés avec du ciment, *ou bien on la tient suspendue à une ficelle qui passe aussi en se croisant au-dessous de l'écuelle*, et on la met sur la poix qu'on a versée dans cette dernière; ensuite on laisse refroidir le tout après quoi l'on peut enlever la pierre de l'écuelle, soit directement par un mouvement glissant soit après avoir donné avec un marteau de bois quelques gentils coups contre le bord. Ceci étant fait, on répand sur la poix attachée à la pierre un certain nombre des morceaux d'émeri dont nous avons parlé lesquels on y fixe, en appuyant quelque peu, avec une petite pelle plate en fer, épaisse d'un tiers de pouce environ, qu'on a fait légèrement rougir au feu et qu'on passe sur toute la pierre *en se gardant toutefois de faire fondre l'émeri trop profondément*. Après cela on chauffe un peu auprès du feu la pierre tout entière et on la met ainsi sur l'écuelle de sorte que la croûte d'émeri en acquiert la forme. Avec cette pierre, lorsqu'elle s'est refroidie, on frotte l'écuelle à sec jusqu'à ce que toutes les raies circulaires provenant du tournage aient disparu. *Et pour mettre en œuvre une plus grande force on attache la pierre à un long bâton un peu courbé, fixé en haut ou pressé de haut en bas par un ressort; on peut confier ce rodage à deux valets*. Grâce à la grande quantité de cendre mêlé à la poix l'émeri reste longtemps tranchant. Autrement, le ciment n'étant pas assez dur, il arrive que par la chaleur du frottement les petits morceaux d'émeri se déplacent quelque peu et glissent par conséquent sur l'écuelle sans y mordre. C'est pour cette raison surtout que le ciment doit être dur, qu'il doit contenir autant de cendre que possible.

Lorsque cet émeri commence à s'émousser, on répand un peu de poudre d'émeri sur l'écuelle de sorte que l'ensemble redevient *quelque peu* tranchant. Toutefois si les morceaux d'émeri sont une fois bien durs, ils restent toujours tranchants.

Or, pour donner la dernière perfection à l'écuelle et surtout pour l'y maintenir toujours par après sans qu'elle se déforme, on prend la même pierre ronde ²⁰⁾ et après en avoir ôté par fusion la poix et l'émeri, on y attache différents morceaux, longs environ d'un pouce, de la pierre à aiguiser bleue dont se servent pour polir le cuivre les horlogers et les graveurs.

²⁰⁾ Boerhaave traduit, apparemment par inadvertance: „tollatur de lapide”.

Om de voorſchreven ſteenen met ameril gereet te maecken, ſoo ſtamp men goede ameril, en ſift daer uyt ſtucken ſoo groot als kleine erweten.

Voorts neemt men een reep dick papier, en bint die met een touw rondom de kant van de ſchotel, ſoo dat een duim breed boven de ſuperficie uijtſteekt. Dan heeft men een ronde ſchijf van ſteen, een weynigh kleinder als de ſchotel: en hebbende een behoorlijke quantiteyt geſmolten pick met aſſche gemenght ſoo veel als daer in magh, maeckt men de ſteen warm en doet daer op, met een lepel, wat van deſelve pick, gietende die voorts over de ganſche ſchotel, die eerſt met ſeep geſmeert moet ſijn, en drij kleine ſtuckjes van hout daer op geleght, van foodaenighe hoogte als men de pick dick wil hebben. Als dan ſet men de ſteen (vattende die bij twee vande vier houte, of liever ſteene, handvatten, die men daer te vooren heeft op geplackt met cement, *of aen een toutjen hangende dat in 't kruijs onder de ſchotel door gaet*) op de pick die op de ſchotel gegoten is, en laet alles te ſaemen kout werden, ſoo dat men de ſteen van de ſchotel kan ſchuijven, of met een weynich te kloppen tegen de kant met een houten hamer, los maecken. 'T welck gedaen ſijnde, ſtroyt men op de pick die op de ſteen vaſt ſit, van de voors. ameril en doet die daerop vaſt ſitten met een weynigh te douwen met een plat iſſere ſchoppie, ontrent $\frac{1}{3}$ duim dick, 't welcke eenighſins gloeiende gemaect is en daer men de heele ſteen mede over gaet. doch lettende dat de ameril niet al te diep in en ſinelte. Daer nae warmt men de ganſche ſteen een weynigh tegen het vier, en ſet die ſoo op de ſchotel, waer van alſoo de korſt van ameril de form krijghet. Met deſe ſteen koudt geworden ſijnde ſchuyrt men de ſchotel droogh, tot dat al de ringhen van 't dracyen daer uyt ſijn, *en om meerder kracht te gebruiken ſet men op de ſteen een langhe ſtock die wat gebogen is en boven vaſt gemaect, of van boven met een veer aen gedruckt werdt, en men ſet 2 knechts hier aen, om te ſchuren*. De menichte van aſſche in de pick gemenght maeckt dat deſe ameril langh ſcherp blijft, want anders ſoo gebeurt door dien het cement niet hard genoegh is, dat de ſtuckjes ameril door de warmte van t ſchuren eenighſins haer verſetten, en foodanigh dat ſonder de ſchotel te vijlen daer over glijden. Daer om voor al het cement hardt moet weſen met ſoo veel aſſche daer in als moghelijk is.

Als de ameril begint ſlomp te werden, doet men een weynigh poeijer van ameril op de ſchotel, daer mede die weder *eenighſins* ſcherper werdt, doch als 't eenmael wel hardt is, ſoo blijft de ameril altydt ſnijdende.

Om nu de ſchotel de laetſte perfectie te geven, en voornementlyck om die voorts altydt ſonder te verlopen te onderhouden, ſoo neemt men deſelve ronde ſteen ²⁰), en de pick en ameril daer af geſmolten hebbende, beſet men die met ſtucken, ontrent een of twee duimbreed langh, van blauwe ſlijpſteen daer mede de horloge maeckers en plaetſnijders het koper polijſten.

Ces petites pierres bleues doivent d'abord être mises en place, avec d'assez petits intervalles, et légèrement attachées à l'écuelle avec de l'amidon fluide *ou du savon*. Ensuite il faut de nouveau lier circulairement autour de l'écuelle une bande de papier et puis verser entre les pierres du sable sec jusqu'à $\frac{3}{4}$ de leur hauteur ou jusqu'à $\frac{2}{3}$ d'icelle si elles ne sont que d'un pouce. On agite alors l'écuelle jusqu'à ce que le sable soit également réparti, *ou bien l'on souffle à cet effet avec un soufflet*. Il faut avoir bien égard à ne pas mettre les pierres dans l'écuelle avec leurs filaments debout mais toutes couchées, vu qu'autrement elles ne s'usent pas assez en passant sur l'écuelle. Sur elles on verse du ciment dur et pendant que celui-ci est encore chaud ²¹⁾ on y pose le disque de pierre, ensuite on laisse refroidir le tout. Avec ces pierres bleues on porte l'écuelle à la perfection, ce qu'on reconnaît à ce fait qu'étant essuyée et sèche elle reluit partout également lorsqu'on la regarde obliquement à la clarté du jour.

Lorsqu'on met de côté ces disques couverts de pierres bleues il faut que les pierres soient vers le haut et qu'aucun objet ne se trouve sur elles afin qu'elles restent où elles sont sans se déplacer du tout. Pour la même raison il faut aussi avoir soin de les garder en été dans une cave, puisque sous l'influence de la chaleur elles se déplacent aussi par leur propre poids. C'est pourquoi ici aussi il faut faire le ciment aussi dur que possible avec des cendres ou de la pierre pilée.

DU CHOIX DU VERRE

Le verre le plus blanc est assurément le meilleur, à cause de la clarté, s'il possède les autres qualités requises. Mais souvent le verre entièrement blanc a un certain manque d'homogénéité ou bien des veines; il peut arriver aussi qu'il suinte et se mouille spontanément. C'est pourquoi généralement c'est le verre qui, vu de côté, se montre jaunâtre, rougeâtre ou glauque qui est le meilleur. Chez nous on n'a pas de verre supérieur à celui provenant de glaces brisées.

N.B. Depuis que ceci fut écrit nous avons pu nous procurer du verre très bon et fort clair d'une verrerie établie à Bois-le-Duc. La matière est celle dont on fabrique des bocaux; elle se montrait la meilleure lorsqu'elle avait été en repos durant un ou deux jours sans être agitée ou employée pour la fabrication, comme il en était à l'occasion de certains jours de fête. On faisait les pièces pour nous de la même manière qu'on fabrique celles destinées aux glaces et miroirs, savoir de sphères creuses coupées en bas, puis ouvertes latéralement, ensuite coupées en haut et réduites à la forme plane en les laissant reposer dans une grande chaleur sur une surface plane. Ces pièces avaient une épaisseur de $\frac{1}{2}$ ou $\frac{3}{4}$ pouce. Nous leur faisons donner des surfaces plus rigoureusement planes ainsi qu'une épaisseur uniforme à l'aide de la meule des tailleurs de pierre. Dans la verrerie chaque pièce coûtait un ducaton ²²⁾.

²¹⁾ Boerhaave traduit, apparemment par inadvertance: „Deinde supra hæc funditur cæmentum durum calidum calde [nous soulignons], & discus lapideus rotundus his imponitur etc.”

²²⁾ Boerhaave omet cette dernière phrase, non sans raison nous semble-t-il.

Deſe ſteentjes moeten eerſt geleght werden, en eenighſins vaſt gemaect op de ſchotel, met natte ſtijsel of ſeep en dat redelijk dicht bij malkanderen, *dan weder een papieren randt om de ſchotel gebonden* en tuſſchen de ſteentjes gegoten droogh ſandt tot op $\frac{3}{4}$ vande hoogte vande ſteentjes, of op twee derde part, als ſe maer van een duim ſijn, en dan ſchudt men de ſchotel tot dat het ſandt over al gelijk gaet ſitten of men blaef met een blaefbalck. Doch moet wel gelet werden dat de ſteentjes geleght werden op de ſchotel niet endelinghs draets, maer alle over ſijds, alſoo anderſins niet wel af nemen in 't ſchuijven. Hier over giet men van het harde cement, en noch heet ſijnde ²¹⁾ legt men de ronde ſteen daer op, en laet alles kout werden. Met deſe brenght men de ſchotel voorts tot perfectie, deweleke men daer aen kent, dat droogh af geveeght ſijnde, overal gelijk blinkt, als men die ſchuijns tegen den dagh ſiet.

Deſe ſchijven met blaerwe ſteen weghſettende moeten de ſteenen boven ſlaen, ſonder dat daer iets op legghe, op dat die blijven ſonder eenighſins ſich te verſetten. En men moet oock om de ſelke reden verdacht ſijn van deſelke in de ſomertijdt in een kelder te bewaeren, om dat alleen door haer eyghen gewicht ſich verſetten door de warmte. Daerom moet men oock dit cement ſoo hard maecken met aſſche of geſtampte ſteen als 't moghelijk is.

VAN DE VERKIESINGHE VAN 'T GLAS.

Het witte glas is wel het beſte, om reden van ſijn klaerheydt, als het de andere behoorycke qualiteyten heeft. Maer dickwils heeft het gansch witte eenighe ongelickheydt van ſubſtantie ofte aderen, of het ſweet en werdt vochtigh van ſich zelfs. Daerom is het beſte gemeenlyck, dat wat geelachtigh, roſachtigh, of ſcegroen van couleur is, als men daer van ter ſijden door ſiet. Men heeft hier te lande geen beter als dat van gebroocke ſpiegels.

N.B. Wij hebben ſedert ſeer goed en klaer glas gekregen uijt een glashuijs tot ſ. hertogen Boſch, ſijnde de materie de ſelfde daer de drinkglazen af gemaect werden, doch de beſte wanneer die een dagh of twee, ſonder roeren of daer uyt te wercken, geſtaen hadde, als bij feefſdagen. Men maecken de ſtucken voor ons, als die daer men ſpiegels van ſlijpt te weten van holle bollen onder den bodem af geſneden en van ter ſijden geopent en dan boven afgeſneden en op een plaet laten plat werden in de hitte. Deſe ſtucken die $\frac{1}{2}$ duym en $\frac{3}{4}$ duym dick waren lieten wij op de ſteenhouwers marmolen plat en van eenparige dichte ſlijpen. Ieder ſtuck koſte in 't glashuijs een ducaton ²²⁾.

Pour découvrir le mieux les veines du verre il faut regarder à travers fort obliquement à l'encontre de la lumière du jour avoisinant à un lieu obscur. De cette façon on examine les morceaux de glaces polies; mais comme il arrive rarement qu'on en trouve d'assez épais et qu'il faut donc prendre des morceaux de glaces non polies, on leur fait d'abord donner par un lunetier une épaisseur uniforme et des surfaces planes suffisamment polies pour pouvoir examiner de la manière susdite si la matière est bonne.

Il y a quelquefois des veines dans le verre qui ne nuisent en rien, n'étant que comme des fils fins. Nous possédons de très bonnes lentilles où il y en a de tels.

Il existe aussi du verre dans lequel on ne voit pas de défauts en se servant de la méthode décrite, lesquels on aperçoit cependant lorsqu'après le polissage on l'examine par réflexion; ce qui se fait comme suit. Dans une chambre obscure on place la lentille debout sur une table, estrade de fenêtre ou ailleurs, la surface suspecte étant celle qui est la plus éloignée de l'observateur. Prenant alors une chandelle en mains, on la laisse se réfléchir dans la lentille *de telle manière que la réflexion de devant occupe toujours le milieu du verre, et l'on marche à reculons jusqu'à ce que la réflexion de derrière commence à renverser la chandelle et que la lentille est entièrement lumineuse; c'est alors qu'on distingue le mieux les veines et autres défauts du verre ainsi que l'imperfection résultant de la taille. Lorsqu'il s'agit d'une lentille à grande distance focale, de 40 pieds ou davantage, on se sert d'une petite lunette de 3 à 4 pouces pour découvrir les défauts par la réflexion susdite.*

DE LA PRÉPARATION DES VERRES ANTÉRIEURE AU RODAGE DES SURFACES.

Pour les lentilles de grande distance focale, de 30 pieds et davantage, on se sert le plus souvent de glaces non polies, en considération de leur épaisseur. Le verre de ces glaces étant encore rude, on laisse égaliser par un lunetier les surfaces et l'épaisseur d'un morceau notablement plus grand que la future lentille, faisant donner en même temps à ce verre un poli superficiel. Ceci dans le but de voir s'il ne s'y trouve pas de veines ou du moins si l'on peut les éviter de sorte qu'ils ne viennent pas dans l'ouverture de la lentille. Pour ce lissage on emploie des plaques de fer fondu lesquelles sont à vendre chez les marchands de fer et qu'on fait aplanir au moyen de la meule des tailleurs de pierre. Ensuite on trace sur le morceau de verre avec un compas à diamant une circonférence de cercle du diamètre voulu, puis encore une autre circonférence concentrique avec elle et plus large de la demi-largeur d'un brin de paille. On trace en outre deux mêmes circonférences sur l'autre côté du verre, précisément opposées aux premières, au moyen du verre-à-circonférences dont nous parlerons ci-après.

Lorsqu'il est nécessaire de couper de grands morceaux on peut le faire avec un fer chaud. Sinon on coupe avec de fortes pincettes, en les ouvrant tout juste autant qu'il le faut pour embrasser l'épaisseur du verre. Il ne faut pas couper en dedans de la circonférence extérieure mais enlever les inégalités restantes sur une pierre à aiguïser tournante, d'abord les arêtes vives, ensuite les inégalités moyennes: ceci pour qu'il

Om de aderen in het glas best te ontdekken, moet men daer heel scheinijns door sien, tegen den dagh daer een donckere plaets naest aen raecht. Aldus examineert men de stucken van geslepen spiegels, maer om dat men die selden dick genoegh vindt, en daerom stucken van ongeslepen spiegels moet nemen, soo doet men die eerst door een bril maecker eenpaerigh van dichte plat slijpen, en uyt den rouwen polijsten, om te komen sien, op voorschreven manier, of de stoffe goet is.

Daer sijn somtijds aderen in 't glas die sonderlingh geen quaet en doen, sijnde alleen als sijne draeden. Wij hebben seer goede glasen daer foodaenighe in sijn.

Daer is oock glas daer men op voorgaende manier geen fouten in en fiet, dewelcke men evenwel gewaer werdt, als men 't selve geslepen sijnde door de reflexie examineert; 't welck aldus geschiedt.

Men set het glas op een tafel, vensterbank of diergelijke in een donckere kamer, recht over endt, en met de superficie die suspect is achter. Dan een keers in de handt nemende laet men die in het glas reflecteren, *maeckende dat de voorste reflexie altijd in midden van 't glas kome, en men gaet soo langh achterwaerts, tot dat de achterste reflexie de keers begint om te keeren en 't geheele glas vol licht is, wanneer men de aderen en fouten best kan bemercken, oock de imperfectie uijt het slijpen ontstaan. Als t een langh glas is van 40 voet of daerboven, gebruijckt men een kleijn verkijsertje van 3 a 4 duim om in de voors. reflexie de fouten te ontdekken.*

VAN HET PREPAREREN DER GLASEN EER MEN DIE SLIJPT.

Als het glas rouw is van ongeslepen spiegels, 't welck om de dichte wille meeste part gebruyckt werd tot langhe glasen als van 30 voet en daer boven, soo laet men een stuck, dat vrij grooter is als 't glas wesen sal, door den brille maecker vlack slypen en van egale dichte, en uyt den ruwen gepolijst. om te sien of er geen aderen in en sijn, en of men die mijden kan, datse niet binnen d'openingh van 't glas en komen. Tot dit slijpen gebruijckt men yfere gegoten plaeten die men bij de ijserkramers te koop vindt, en op de steenhouwersmolten laet plat maken. Dan treckt men met een diamant passer een circel op het stuck glas hebbende den begeerden diameter, en noch een circel uijt hetzelfde center, die een halfstroobreet wijder is. Men treckt oock twee diergelycke circels op d'ander sijde van 't glas, recht tegenover d'eerste, door middel van het Circelglas, daer hier nae van sefeght sal werden.

Als er groote stucken af te breeken sijn soo kan men het met een heet ijser doen. anders breekt men de glasen af met een stercke handschroef, die maer soo wijdt open gedaen werdt dat se pas de dichte van 't glas kan vatten. Men moet niet binnen den uyttersten circel afbreeken, maer de resterende ongelyckheijdt op een draeysteen

ne se produise pas d'éclats. On rode le contour de part et d'autre jusqu'à la circonférence extérieure.

Ensuite l'on place une molette de bois sur le verre qu'on a quelque peu chauffé au préalable et, dans une écuelle de concavité convenable, on donne aux deux côtés du contour au moyen de sable à récurer et d'eau le profil désiré; plus il sera achevé, mieux cela vaudra. Une écuelle de 6 pouces de rayon convient à des disques de verre de 2, 3, 4 et 5 pouces de largeur. Ceci étant fait, on prend un ciment de résine et de cire, deux parties de la première contre une partie de la deuxième, avec lequel on colle sur le verre une plaquette de cuivre pourvue de différentes petites cavités; et avec un bâton d'une longueur de 14 à 15 pieds portant à son extrémité inférieure une pointe de fer et qui, en haut, est pressé par un ressort, on lisse le verre avec du sable à récurer et de l'eau sur une plaque plane de fer fondu, dans le but de rendre son épaisseur parfaitement uniforme; à cet effet on place la pointe dans une des cavités se trouvant dans la partie épaisse du cuivre. Quant à la plaque de fer, après avoir été rendue ronde par un forgeron, elle a été aplaniée au moyen de la meule des tailleurs de pierre, celle qui leur sert à polir le marbre.

On mesure l'épaisseur du verre, pour voir si elle est partout égale, avec des poucettes à large ouverture²³⁾: cet instrument est beaucoup plus utile qu'un compas crochu.

Vers la fin de ce lissage il est préférable d'employer de l'émeri trié puisque le sable fait des creux trop profonds. Il est en outre nécessaire que la pointe de fer du bâton presse précisément au milieu du verre, c.à.d. au centre du profil, ou contour, inférieur, pour qu'il ne reste pas dans le verre de fausse figure cylindrique ou en forme de dos²⁴⁾. Car il faut savoir que lorsque la pointe presse sur quelque point en dehors du centre du verre, celui-ci n'acquiert pas par ce moyen une figure plane, mais bien une figure gibbeuse ou cylindrique. Même si la surface était d'abord parfaitement plane, elle sera changée en la dite figure fautive. Ce dont la raison est bien digne de remarque. On observera cette méthode de la pression centrale également dans le doucissage et dans le polissage: c'est dans cette matière un des points les plus nécessaires. Or, pour obtenir qu'une des cavités de la plaquette de cuivre soit placée vis-à-vis du centre du profil inférieur, on se sert du verre-à-circonférences qui n'est autre chose qu'une pièce de glace polie sur laquelle ont été tracées avec un diamant huit ou dix circonférences de cercle toutes concentriques et distantes l'une de l'autre d'environ $\frac{1}{4}$ de pouce; leurs grandeurs correspondent environ à celles des lentilles qu'on taille. On place cette lame transparente sur l'autre verre et l'on déplace ce dernier jusqu'à ce qu'on voit que son profil se trouve partout à égale distance de la circonférence de cercle qui en diffère le moins en grandeur. Alors on retourne les deux ensemble et

²³⁾ Boerhaave ne tient pas compte dans sa traduction des mots „met breede becken”.

²⁴⁾ On pourrait aussi parler de „montagnes”. Huygens dit en 1668 (T. VI, p. 208) que c'est de cette expression que lui et son frère se servaient.

afslippen; eerst de scherpe kanten, en dan in midden, op dat er geen stukjes uyt en springhen. Men slijpt aen weder tijden tot aen den buytensten circel.

Voorts set men een houtte loopertie op 't glas, een weynigh gewarnd sijnde, en men slijpt aen weder tijden met schuifrandt en water een pourfil daer aen hoe sijnder hoe beter, in een schotel van bequaeme diepte. Een van 6 duym radius is bequaem voor glazen van 2, 3, 4 en 5 duym breedte. Dit gedaen sijnde plakt men met cement van hars en was, 2 delen van 't eerste tegen 1 deel van 't laetste, een kopere plaetje op het glas, hebbende verscheijde gaeten of puttjens, en met een stock van 14 a 15 voet langh daer onder die yfere pen in steekt, en die van boven met een veer aangedrukt werdt, slypt men het glas op een vlakke gegoten ijsere plaet met schuifrandt en water, om het t' eenemaal gelijk van dikte te maecken, door het setten van de pen in een der gaeten die ontrent het dicke eijnde staen. Dese plaet is op de steenhouwers molen, daer se de marmersteen op slypen, plat gemaect, nae datse door een smidt rondt afgehackt is.

Men meet de dikte van 't glas, om te sien of die overal gelijk is, met een hand-schroefje met breede becken ²³), want dit veel nutter is als met een kromme passer.

In 't laetste van dit plat slijpen is 't best gesifte ameril te besighen, om dat het sandt al te grove putten maeckt. En het is noodigh dat de ijsere pen van de stock juist in midden van het glas drucke, dat is in 't midden van 't onderste pourfil, op dat er geen valsche cylindrische of rughachtige figuer over in blijve. want men moet weten dat als de pen op eenigh punt buyten 't center van 't glas druckt, het selve daer door geen platte superficie sal krijghen, maer een bultighe of cilindriscche. jae al waer het te vooren perfect plat, soo sal het dese valsche figuer krijgen. waer van de reden seer aenmerckens waerdigh is. Ende dit in midden perssen sal in 't opslippen en in 't polijsten van gelijcken waer genomen werden, sijnde een van de noodsaeckelijckste poincten in dese materie. Om dan te maecken dat een der puttjens van 't kopere plaetje in 't midden tegen over 't onderste pourfil come, soo gebruijckt men het Circel glas, 't welck anders niet is als een stuk geslepen spiegel glas, waerop acht of tien circels getrocken sijn met diamant, alle uyt een selfde center en ontrent $\frac{1}{4}$ duym van mal-kander; hebbende de groote ontrent van de glazen die men slijpt. Dese doorschijnighe plaet leght men op het glas, en men verschuijft het tot dat men siet dat het pourfil van 't glas parallel komt te staen met de naeste der opgeschreven circels. Dan keert mense 't faemen om, en men leght het spiegelglas op een tafel. en door het opleggen

l'on place la lame de glace sur une table; et ayant chauffé par imposition d'un petit charbon ardent la plaquette de cuivre pour qu'elle puisse être déplacée sur son ciment, on mesure la distance d'une des cavités jusqu'à l'une ou l'autre des circonférences de cercle, et on déplace la plaquette jusqu'à ce que la dite cavité se trouve au milieu de cette circonférence, vu qu'alors elle correspond aussi avec le centre du profil inférieur du verre. Sur le verre-à-circonférences ont été collés avec de l'amidon, à l'intérieur des circonférences, trois petits morceaux de cire d'abeilles, pour que les deux verres ne se déplacent pas trop facilement l'un sur l'autre et que d'autre part ils ne s'injurient pas.

Il ne serait pas mauvais si les petites cavités dans la dite plaquette de cuivre y avaient été faites avec un poinçon triangulaire et que la pointe qui doit être introduite dans l'une d'elles avait également cette forme, ce qui empêcherait la rotation du verre; mais ceci est surtout nécessaire dans le rodage ultérieur dont nous parlerons tout de suite.

Après avoir donné au verre des surfaces planes il faut examiner si le profil est bien rond, c.à.d. d'un diamètre partout égal, ce qu'on mesure avec un compas. Et s'il n'en est pas ainsi il faut donner au verre un nouveau profil. En cas de besoin on peut commencer par roder un peu le profil au moyen de la pierre tournante là où il est plus large qu'ailleurs, car sinon il pourrait arriver que dans l'écuelle-à-profil le verre serait moins rodé en ces endroits et que le résultat serait encore une fois une forme imparfaitement ronde. Le profil doit être travaillé de manière à être suffisamment lissé: ceci contribue à la perfection du travail ultérieur.

DU RODAGE ET DOUCISSAGE DES LENTILLES.

Le verre ayant été lissé comme nous l'avons dit on enlève la plaquette à cavités et l'on y colle avec le ciment susmentionné une autre petite plaque de cuivre ou plutôt d'acier grande comme un escalin au centre de laquelle on a fait une petite cavité triangulaire dont la profondeur est quelque peu supérieure à une ligne; à cet effet on a frappé la plaque avec une estampille d'acier assez mince pour pouvoir entrer dans la tige d'une plume d'oie. Au fond de la cavité on a frappé avec un poinçon pointu un centre à l'aide duquel on place la petite plaque justement au-dessus de la partie centrale du cercle qui correspond au profil inférieur; ceci au moyen du verre-à-circonférences et d'un compas dont une des pointes est légèrement courbée, comme nous l'avons enseigné un peu plus haut. La plaque ayant été bien centrée de cette manière, on laisse tomber tout autour d'elle quelques gouttes de ciment fondu pour qu'elle ne coure aucun risque de quitter sa place. On fait ensuite usage pour la taille d'un bâton [Fig. 80] dont l'extrémité inférieure est munie d'une pointe ou stylet d'acier, triangulaire comme la cavité susmentionnée, mais pouvant s'y mouvoir avec aisance; ce stylet se termine en une petite pointe ronde finement limée et doucie avec une petite pierre à aiguïser. À son bout supérieur ce bâton porte également une

van een kooltie vier het plaetje warm gemaect hebbende, op dat het op sijn cement verschuijven kan, soo meet men uijt een der putjes tot de circonferentie van d'een of d'ander der circels, en men verschuyft het plaetje tot dat men dit putjen in 't midden deser circel vindt, als wanneer het dan oock noodsaeckelijck in 't midden van 't onderste pourfil van 't glas komt. Op de circel plaet sijn, met stijffel, 3 stuckjes bijwas geplackt, binnen de circels, op dat de glazen niet te glad over malkander fouden schuijven, noch oock malkander niet quetsen.

Het waer niet quaedt dat de putjes in 't voors. kopere plaetje met een drykantigh stempeltie geslagen waeren, en de yfere pen die daer in komt mede drijkantigh waer, om het draeyen van 't glas te beletten doch dit is noodsaeckelijck in 't verder opslippen van 't glas daer wij nu van gaen spreeken.

Men moet sien, naer dat het glas plat geslepen is of het pourfil wel rondt is, dat is overal van gelijke diameter, 't welck men met een passer meet. En indien niet, soo moet men 't noch eens pourfiliren, en soo het noodigh is, het pourfil daer het breeder als elders valt, op de draeysteen wat af nemen, want het anders op die plaetsen in de pourfil schotel minder af neemt, en daer door onrondt werdt. Het pourfil moet redelijk sijn geslepen sijn, dewijl dit contribueert tot de suijsverheyt van 't verder werck.

[Fig. 80]

VAN 'T SLIJPEN DER GLASEN.



Het glas als geslecht is plat geslepen sijnde soo doet men het plaetje met de putties daer af, en men plaekt met het boven gemelte cement een ander klein kopere of liever staele plaetje daer op, soo groot als een schellingh daer in midden een triangulair gaetje of puttien in geslagen is ruim een linie diep, met een staele stempel niet dicker als dat men die in een ganfeschacht sou konnen steeken. In 't midden in de grondt van 't puttien is met een punt stempeltie een center geslagen, van waer men het plaetjen recht in midden 't onderpourfil van 't glas stelt, door middel van 't Circel glas en een passer diens eene punt wat krom gebogen is; even als korts te voren is geleert. En als het nu recht in midden gestelt is, soo laet men eenighe droppelen gefinolte cement daer rondom op het glas vallen op dat het geen noodt en hebbe van af te schuijven. Voorts gebruijckt men om te slijpen een stock [Fig. 80] met een ijfere pinnetie onder aen dat drijkantigh is als het voors. puttie, maer ruim daer in beweghen kan, sijnde oock heel onder aen met een rondachtigh puntjen, dat wel sijn gevijlt en met een slypsteentie sacht gemaect is. Boven aen heeft dese stock

pointe de fer; celle-ci est de forme cylindrique et longue de 5 ou 6 pouces; elle passe par le trou d'une planchette clouée à une solive. Le centre de l'écuelle doit se trouver précisément sous ce petit trou.

Cette manière de roder est beaucoup meilleure que celle où l'on ne fait usage que de la main, tant par la pression précisément centrale exercée sur le verre (la pression latérale fait reluire les côtés bien plus fortement) que par le fait qu'on évite ainsi l'inconvénient provenant de la chaleur de la main, laquelle est capable de causer une faible dilatation de la partie supérieure du verre et par conséquent une adhésion à l'écuelle de la partie inférieure tendant à prendre une forme concave. Mais lorsqu'on fait la taille avec le bâton le verre ne se montre jamais rebelle à moins qu'on ne l'ait tenu éloigné quelque temps de l'écuelle de sorte que dans l'air il soit devenu un peu plus chaud qu'elle: lorsqu'on l'y remet, la partie inférieure se rétrécit par la froideur de l'écuelle ce qui cause de l'adhésion. Alors il faut attendre jusqu'à ce que le verre ait de nouveau acquis la température de l'écuelle. On peut également remarquer chez les grands verres quelque résistance au mouvement glissant lorsqu'on élève plus que d'ordinaire la température de l'air de la chambre par des réchauds ou autrement. C'est pourquoi il est préférable de mettre le feu dehors.

On donne d'abord au verre dans l'écuelle la bonne forme avec de l'émeri trié par du cambrai assez grossier, cet émeri ayant été égalisé par un verre précurseur. Il faut prendre garde de travailler aussi dans les parties non centrales de l'écuelle puisque de cette façon sa figure se gâte le moins ou même s'améliore de nouveau, laquelle sinon devient par usure de plus en plus concave. Pendant le rodage le verre se montrera rebelle au mouvement aussitôt que l'émeri commence à s'affiner; alors il faut en prendre du nouveau pour pouvoir continuer. D'ailleurs à mon avis cette adhésion n'est pas autrement nuisible. Dans chaque changement de matières on se sert d'un méchant verre précurseur vu la possibilité de la présence de quelques gros grains capables de faire des sillons.

Lorsque le verre a acquis la bonne forme (ce qu'on reconnaît au fait qu'il se montre partout également lisse lorsqu'on le regarde obliquement vers le côté d'où vient la lumière) il faut de nouveau mettre en état l'écuelle avec des pierres bleues et de l'eau, ce qui se fait en moins d'un demi quart d'heure; alors elle reluit de nouveau partout également lorsqu'on la regarde obliquement vers la lumière.

Ceci étant fait, on prend une quantité d'un demi dé d'émeri de 40 secondes ²⁵⁾, avec lequel on doucit durant $\frac{1}{4}$ d'heure. Ensuite également $\frac{1}{4}$ d'heure avec une quantité égale d'émeri de 100, puis $\frac{1}{4}$ d'heure avec de l'émeri de 200 secondes, enfin encore $1\frac{1}{2}$ heure avec de l'émeri de 400 secondes, en en prenant une quantité moindre (de forte que pour une lentille de 5 pouces de diamètre une quantité égale à une fâfêole

²⁵⁾ Nous supposons qu'il est question d'émeri ayant été broyé ou pilé durant 40 secondes: plus on y aura mis de temps, plus la matière sera devenue fine.

mede een yfere pen die rondt is, en 5 of 6 duym langh, passerende door een gaetje van een planckje dat aen den balck gespijckert is. De schotel moet recht midden onder dit gaetje staen.

Deſe manier van slijpen is veel beter als met de handt, foo om het juiſt in midden drucken op 't glas, ſonder eenighſins over de kanten te douwen, (waer door de kanten veel ſchoonder uyt gepolyſt werden) als om dat het ongemack hier door vermijdt werdt, dat van de warmte vande handt onſtaet, welcke het glas, van boven, machtigh is ietwes te doen uijtrecken, en daer door d'onderſte ſijde te doen klemmen, dewijl die ſich hol ſetten wil. Doch met de ſtock slijpende klemt het glas noijt, ten waer als men het van de ſchotel genomen heeft, waer door eenighſins in de lucht warmer werdt als de ſchotel is en als men 't daer weder op ſet foo krimpt d'onderſte ſijde door de koude van de ſchotel, 't welck doet klemmen; en dan moet men wachten tot dat het glas weer de temper van de ſchotel gekregen heeft. Men kan oock eenighe traegheijt in groote glafen gewaer werden, als men door vier in caſſoren of anders de lucht der kamer warmer maeckt als te voren. Daerom het beſt is het vier buijten te ſetten.

Men formeert voor eerſt het glas in de ſchotel met ameril door redelijk grof kammerijcks geſift maer met een voorlooper geeſlent. obſerverende dat men al vrij wat verre over de kanten van de ſchotel slijpe, om dat hier door des ſelfs figuer minder verloopt, of ſelfs weder geredreſceert werdt, deweleke anders hoe langhs hoe holder uijtslijt. In 't formeren ſal het glas terſtontd beginnen te klemmen foo haest de ameril eenighſins ſijn werdt, en dan moet men weer andere nemen, om te konnen voortgaen. Anders foo kan dit klemmen niet ſchaeden naer mijn gevoelen. Men heeft een quaedt glas tot voorlooper in ieder veranderen van ſtoffen, om offer eenighe grove greijnen in waeren, die ſchrabben ſouden maecken.

Geformeert ſijnde, ('t welck men ſcheuijns daer over nae 't licht ſiende, kan bekenen als het egael glad ſich verthoont) moet men de ſchotel weder perfect maecken met de blaauwe ſteenen en water, 't welck in min als $\frac{1}{2}$ quartier uijrs gedaen is, foo datſe weder gelijk blinckt als men daer ſcheuijns over nae 't licht ſiet.

Dan neemt men van de ameril van 40 ſecunden ²⁵) $\frac{1}{2}$ vingerhoedt, en men ſlijpt daer $\frac{1}{4}$ uijrs mede. Dan van gelijcken $\frac{1}{4}$ uijrs met ameril van 100 ſecunden gelijcke quantiteyt. Dan met die van 200 ſecunden noch $\frac{1}{4}$ uijrs. En eyndelyck met ameril van 400 ſecunden noch $1\frac{1}{2}$ uren, nemende minder van deſe ſtof, (foo dat voor een glas van 5 duym diameters een tureckſe boon grootte genoegh is) en noch van tijdt

suffit) qu'on diminue encore progressivement; par ce moyen la surface du verre devient très fine et lisse. Après ce temps on verra fort bien à travers la lentille les contours de la flamme d'une chandelle et aussi plus ou moins à la clarté du jour les carreaux des fenêtres. ce qui est signe que le verre a suffisamment été douci pour être poli. Mais lorsque le verre n'a pas encore pareille clarté, on peut conclure qu'on a pris trop de matière, et l'on doit encore continuer à doucir en diminuant la quantité d'émeri. L'eau de puits est la meilleure pour doucir.

N.B. Cette méthode de prendre chaque quart d'heure de la matière plus fine s'est trouvée défectueuse, puisque dans le polissage la surface des grands verres paraissait avoir des ronds marqués par le tripoli. C'est pourquoi il vaut mieux doucir jusqu'au bout avec la première matière de 40 ou 100 secondes en la diminuant chaque quart d'heure ou demi-heure, de sorte qu'il n'en reste que fort peu la dernière demi-heure, ce qui rend le verre très fin. Il est possible que le changement de matière aurait eu plus de succès si nous en avions pris chaque fois une plus grande quantité, en diminuant progressivement la dernière. Nous avons aussi douci quelquefois durant $\frac{3}{4}$ d'heure avec de l'émeri de 50, et $\frac{5}{4}$ d'heure avec celui de 400 secondes, puis encore $\frac{1}{4}$ d'heure avec celui de 45 secondes.

Dans le cas des grandes lentilles, la main doit faire un tour d'environ $2\frac{1}{2}$ pouces de diamètre. Il convient de faire en sorte que le verre dépasse le centre de l'écuelle environ de la largeur d'un doigt et son bord de pas moins que la largeur d'un brin de paille, de plus de cette largeur lorsque l'écuelle est petite comparativement au verre: ceci conserve la figure de l'écuelle. *Il en était ainsi par exemple dans le cas de nos lentilles de 200 pieds dont le diamètre est de $8\frac{3}{4}$ pouces. Pour doucir de pareilles lentilles, comme nous le faisons, dans une écuelle de 15 pouces, il ne faut dépasser le centre que de la largeur d'un doigt, mais le bord d'environ $3\frac{1}{4}$ pouces. En opérant ainsi, le verre de la lentille devenait bon; mais lorsqu'on ne dépassait le bord en doucissant que de la largeur d'un brin de paille et le centre de beaucoup, les parties du verre éloignées du centre ne voulaient pas devenir luisantes par le polissage, ce qui est signe que la figure de l'écuelle se gâte par cette manière de doucir. À mon avis il serait bon de dépasser beaucoup les bords dans cette opération, ceci pour toute grandeur des verres, afin de mieux conserver la figure de l'écuelle.*

On doit sentir que le verre exerce toujours une certaine pression sur l'écuelle et ne se meuve pas sur elle sans aucune résistance; s'il en est ainsi on peut y porter remède en diminuant l'intervalle des tours.

Il ne faut qu'appuyer la main sur le bâton sans exercer une grande force, et cela jusqu'à la fin, car une forte pression fait aisément venir des raies dans le verre. Il ne faut doucir ni trop sèchement, ni avec de la matière trop humide; mais il faut faire en sorte qu'il ne se produise pas d'endroits secs sur l'écuelle.

Il faut avoir un sablier d'une $\frac{1}{2}$ heure pour mesurer le temps pendant l'opération et mettre une marque de craie chaque fois qu'il s'est écoulé.

tot tijdt daer van wegh doende, waer door het glas seer fijn en gladt werdt. Desen tijdt om sijnde sal men de vlam vande keers wel omgetrocken door het glas sien, of eenighlins de ruijten vande vensters bij dagh, 't welck een teijcken is, dat het glas fijn genoegh is om gepolijst te werden. maer dese klaerheydt niet hebbende soo is het een teijcken van datmen al te veel stof genomen heeft, en men moet noch continueren te slijpen, en stof wegh doen. Het putwater is best om te slijpen.

N.B. Dese manier van ieder quartier uijr sijnder stof te nemen is bevonden niet goet te sijn; alsoo, in 't polijsten, de superficie van groote glazen, als met verscheijden ringhen sich verthoonden, door de tripoli gemarqueert. Daerom het best is met de eerste stof van 40 of 100 seconden tot het eijnde toe voort te slijpen, doende nochtans ieder quartier of half uijr wat stof wegh, soo dat in 't laetste half uijr maer heel weijnich over blyve, waer door het glas seer fijn werdt. misschien soude het veranderen van stoffe beter gesuccedeert hebben, indien wij wat meerder van elcks genomen hadden, en van de laetste weghgedaen. Wij hebben oock somtijds geslepen $\frac{3}{4}$ uijrs met amiril van 50 seconden, en $\frac{5}{4}$ uijrs met die van 400 second. en dan noch $\frac{1}{4}$ met die van 45 min.

In groote glazen is de tour van de handt ontrent $2\frac{1}{2}$ duijn diam. en men moet maecken dat het glas ontrent een vingerbreedt over 't center van de schotel passere, en over de kant van de schotel niet min als een stroobreedt, maer wel meer, als de schotel nae proportie van 't glas kleijn is want dit conserveert de figuer van de schotel. gelijk in onse glazen van 200 voet, welckers diameter is $8\frac{3}{4}$ duym. om die in een schotel van 15 duijn te slijpen, soo moet men maer een vingerbreet over 't center der schotel passeren en ontrent $3\frac{1}{4}$ duijn over de kant. Dit doende wierdt het glas goet; maer als men maer een stroobreedt over de kant sleep en ver over het center, dan wilde het aen de kanten niet blinckent werden met polijsten, welck een teijcken is dat de figuer van de schotel door dit slijpen bederft. Het soude met alle grootheydt van glazen, soo ick meen, goet sijn ver over de kanten te slijpen, om de figuer vande schotel beter te bewaeren.

Men moet voelen dat het glas altijd eenighlins tegen de schotel aen slijpt, en niet al te glad daer over en gae; 't welck men kan remedieren met de touren dichter op malkander te doen volghen.

Men moet de handt maer op de stock laten leunen sonder anders te douwen, en dat tot het laetste toe, want door hard douwen komen lichtelijck schrabben in 't glas. Men moet niet te droogh noch te nat slijpen, maer soo datter geen drooghe plaetsen op de schotel en komen.

Men heeft een sandtlooper van $\frac{1}{2}$ uijr, waer mede men den tijdt meet in 't slijpen, teyckenende ieder reijs met krijt als die uytgelopen is.

DU POLISSAGE DES LENTILLES.

Après que la lentille a été rodée et doucie il faut de nouveau mettre l'écuelle en état avec les pierres bleues ce qui est bientôt fait. Nous le faisons aussi parfois lorsque la lentille n'avait été doucie que d'un seul côté — alors que le rodage et le doucissement nous prenaient 5 ou 6 heures — enlevant la matière de l'écuelle avec un couteau et l'y remettant par après. Mais maintenant ceci est devenu inutile attendu que nous exécutons les mêmes opérations en $2\frac{1}{2}$ heures seulement ; d'autre part le verre s'adapte mieux à présent à l'écuelle grâce à la taille au bâton et gâte donc moins sa figure.

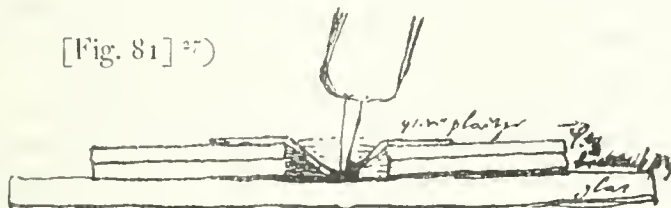
On détache ensuite du verre la petite plaque de cuivre pour l'y coller de nouveau d'une autre manière qui est la suivante. On a un disque d'ardoise [Fig. 81], telle que la plus épaisse dont on se sert pour couvrir les maisons, ou plutôt encore un disque taillé de pierre bleue, lequel on aplanit sur la plaque de fer. Nous avons toujours pris le diamètre un peu inférieur à celui du verre. Sur ce disque on colle avec du ciment composé, comme précédemment, de deux parties de résine et d'une partie de cire, un autre disque égal de gros drap, en prenant bien garde d'enduire l'ardoise ou la pierre chaude fort également, avec un morceau de linge, d'une très fine couche de ce ciment. La même précaution doit être prise en frottant avec le ciment le verre chauffé : toute épaisseur inégale et toute dureté doit être évitée. C'est pourquoi il est aussi recommandable de prendre pour chaque collage un nouveau disque de gros drap puisqu'on ne peut pas, en grattant, enlever assez également le ciment une fois qu'il l'y trouve. Ces deux disques ont au milieu un trou rond d'un pouce de diamètre environ où entre la partie concave d'une petite plaque ronde de fer dont le bord repose sur l'ardoise et y est collé avec le ciment susdit. Cette cavité est de forme conique, l'angle au sommet ou extrémité inférieure étant de 80 ou 90 degrés ; mais il est bon de lui donner, en cette extrémité, quelques coups avec un petit poinçon vertical terminé en dessous par une petite surface plane ; de cette façon la pointe de l'instrument polisseur qui doit entrer dans la cavité fera moins sujet à s'échapper vers le haut. Il faut bien prendre soin à ce que le dessous de ces petites plaques ne touche pas le verre collé par en-dessous au disque de bure. Mais plus il en est proche, mieux cela vaut.

Pour coller ainsi le verre, il faut y porter une certaine quantité du ciment dont nous avons parlé et, après avoir chauffé le verre, le répandre sur lui avec un morceau de linge en une couche égale et pas trop fine, excepté au milieu où il faut laisser vide de ciment la grandeur d'un escalin. Mais il faut porter sur ce petit cercle la suie provenant de la flamme d'une chandelle ; toutefois pas en une seule fois pour que le

VAN 'T POLIJSTEN DER GLASEN.

Nae dat het glas opgeslepen is, moetmen de schotel weder perfect maecken met de blaauwe stenen, 't welck feer hael gedaen is. Wij plachten dit noch wel eens te vooren te doen als het half op geslepen was, doen wij 5 of 6 uren daer mede besigh waeren, doende met een mes de stof vande schotel, en dan weer op, maer nu dat maer $2\frac{1}{2}$ uren daer toe besteden, is sulx onnoodigh. behalven dat het glas nu beter in de schotel past door het slijpen met de stock, en daarom desselfs figuer minder bederft.

Voorts doet men het kopere plaetje van 't glas af, om dit weder anders op te plakken op de volgende manier. Men heeft een ronde schijf [Fig. 81], gemaeckt van een leij daer men de huijsen mede deekt van de dickste, of liever van blaauwe steen gehouwen, dese slijpt men plat op d'yfere plaet. Den diameter hebben wij altijd wat minder genomen als die van 't glas. Op deze schijf werdt met cement als vooren, van 2 deelen hars en 1 deel was, een gelijke schijf van dicke pij ²⁶⁾ geplackt. wel lettende dat het cement met een doeckje op de warme leij of steen wel gelijk gestreecken werde en feer dun. Gelijck oock op het warme glas moet gestreecken werden, om alle mogelijke dicke en hardicheijdt voor te komen. Hierom is het oock best tot ieder opplacken een nieuwe schijf van pij ²⁶⁾ te nemen om dat men het cement, dat daer eens op is, niet gelijk genoegh kan afschrabben. Dese beide schijven hebben een rond gat in 't midden van ontrent een duym diameter, waer in komt de hollig-

[Fig. 81] ²⁷⁾

Comparez les Fig. 20 et 22 (p. 295 et 300) du T. XVII.

heydt van een rondt ijfere plaetje, daer van den boordt op de leij rust, en met het voornoemde cement vast geplackt werdt. Dese holligheijdt is van Conische figuer hebbende een hoeck van ontrent 80 of 90 graden. maer in de grondt is het goedt met een recht stempeltje, dat onder een kleinje plattigheijdt heeft, daer in te slaen, waer door de pen van 't polijst instrument die daer in komen moet, te minder noodt heeft van opwaerts te glippen. Men moet wel letten dat het onderste van dit plaetje

²⁶⁾ Leçon primitive: „dick buffels leer”.

²⁷⁾ On lit dans la figure: ijzere plaetje (petite plaque de fer), ley (ardoise), pij (gros drap), glas (verre). Leçon primitive au lieu de „pij”: leer of pij (cuir ou gros drap).

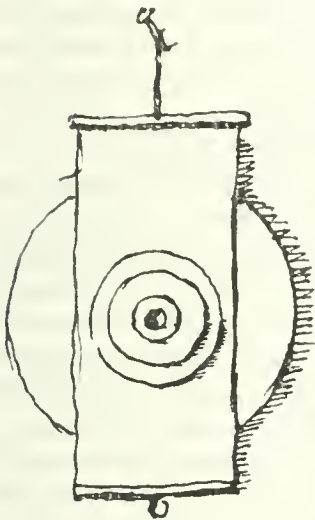
verre n'éclate pas par la chaleur. Cette fumigation a pour but de faire voir si le verre est libre de toute grisaille. À cet effet on observe la réflexion d'une chandelle sur le petit cercle au côté opposé à celui qui porte la suie: *par l'effet de ce fond noir on voit fort nettement s'il reste encore dans le verre quelque chose de grisâtre*. Il ne faut pas enduire de ciment l'anneau de laine ou de gros drap, au contraire il faut en détacher, après l'avoir chauffé, le ciment s'il s'y en trouve, et coller ainsi l'étoffe libre de ciment sur le verre dans une position bien centrale autant qu'on peut en juger avec l'oeil. Puis il faut laisser refroidir l'ensemble. On doit ensuite centrer la petite plaque de fer au moyen du verre-à-circonférences [Fig. 82]: l'extrémité inférieure de la cavité doit correspondre précisément au centre du profil inférieur du verre. À cet effet il est nécessaire de chauffer la petite plaque par imposition d'un petit charbon ardent afin de pouvoir la déplacer quelque peu. Le verre ayant été collé, on le prend en mains et on le frotte une quarantaine ou une cinquantaine de fois sur un linge préalablement frotté, lui, avec du tripoli et tendu sur l'écuelle, en prenant bien soin qu'il n'y ait rien dans le tripoli qui puisse rayer le verre. Par ce frottement l'aspérité du verre est corrigée *surtout vers les bords*, laquelle pourrait trop user, si l'on n'y prenait garde, le fond sur lequel la lentille doit être polie.

Pour composer ce fond on prend de la poudre obtenue par le mélange de 4 parties de tripoli et d'une partie de vitriol de Chypre. Pour une lentille de 5 pouces de diamètre un poids de 6 ou 8 as, donc un volume tel que celui de deux grands pois, suffit. On frotte ce mélange sur l'écuelle avec une pierre à aiguiser, après y avoir ajouté 8 ou 10 gouttes de vinaigre. Il devient tout de suite fin. Ensuite on l'étend également sur l'écuelle avec une brosse de peintre, plus largement du moins qu'il ne le faut strictement en considération de l'amplitude du parcours décrit par la lentille durant le polissage. En étendant la pâte on fait d'abord des passes parallèles dans une certaine direction, et ensuite dans une direction perpendiculaire à la première, tout ceci plus d'une fois pour que le fond soit parfaitement égal. *Ce fond doit être mince,*

niet op het glas en raecke, 't welck onder tegen de schijf van pij geplackt werdt. maer anders hoe naerder hoe beter.

Om dit glas aldus te placken, moet men daerop wat cement van 't boven verhaelde doen en het glas warm gemaect hebbende het selve met een doeckje gelijckelijck daer over strijken en redelijck vet. behalven in t midden daer men de grootte van een schellingh sonder cement moet laeten, en beroocken die in de vlam van de keers, maer niet in een reijs om 't glas niet te doen door de hitte in stucken springen: dese beroockingh geschiedt om in 't polijsten te kunnen oordelen of het glas suijsver is van alle graeuwigheijdt, als men de reflexie van de keers op *de tegenoversijde van dese plaats waerneemt, want van wegen dese swarte grondt, soo siet men seer scherp of daer noch eenige graeuwigheijt over is.* Aen 't rond van laeken of pij²⁸⁾ en moet men geen cement doen maer selfs af schrabben, warm gemaect sijnde, soo daer iet aen is, en placken dat aldus op het glas, soo recht in midden als men met het ooggh kan oordelen, en laeten het te saemen van selfs koudt werden. Dan moet men het ijsere plaetjen voort recht setten door middel van het circelglas, [Fig. 82], soo dat het

[Fig. 82]



onderste van 't puttje recht in 't midden van 't onderste pourfil van 't glas kome. waer toe nodigh is, om het plaetje een weynigh te kunnen verschuijven, dat men het warm maecke door 't op leggen van een kooltje vier. Het glas op geplackt sijnde soo vrijft men het eenighe 40 of 50 streecken met de handt, op een doeck daer Tripoli in gevreven is, en over de schotel gespannen, wel lettende datter niets in sij dat het glas soude kunnen schrabben. door dit vrijven werdt de ruwigheijdt van 't glas *voornamelyck aen den boordt* wegh genomen, die anders de grondt daer men op polijsten moet te veel wechsljiten soude.

Om nu dese polijst-gronde te leggen soo neemt men een kleijn weijnigh van een poeijer gecomponeert van 4 deelen tripoli, en 1 deel vitriool de Cyprus. Tot een glas van 5 duym diam. is 6 of 8 asen of soo veel als 2 groote erwteten genoegh. Dese compositie vrijft men met 8 of 10 droppelen asijn, op de schotel met een vrijfsteen; ende is terstond sijn. Dan strijckt men deselve met een schildersborstel gelijck over de schotel, of altijdt vrij breeder als de baen daer het glas moet op gepolijst werden. vegende eerst parallele streecken eene wegh, en dan kruijswijs daer over, en dat aldus meer als eens, op dat de grond gelijck legghe, die *wel dun moet leggen doch*

²⁸⁾ Leçon primitive au lieu du dernier mot: leer (cuir).

et pourtant pas trop mince, car sinon il s'use trop par le polissage de sorte que le cuivre est mis à nu suivant de larges bandes, ce qui exige la position d'un nouveau fond. Par conséquent il est préférable qu'au début le fond soit plutôt un peu plus épais et plus résistant: vers la fin il s'use tout-de-même suffisamment pour donner à la lentille la vraie figure de l'écuelle.

Lorsque la pâte a été étendue, on la sèche en plaçant sur elle une poêle de fer plate et oblongue avec du feu. Celle-ci a une longueur d'environ 10 pouces ou un pied et une largeur de 6 pouces. Comme la présente figure l'indique [Fig. 83] la poêle est pourvue d'un bord oblique et en dessous de 4 petites sphères sur lesquelles elle peut reposer; elle a en outre un manche latéral qui permet de la saisir. Quand on voit en soulevant la poêle que sous elle le fond commence à sécher, on peut l'enlever tout à fait, permettant à l'humidité restante de s'évaporer spontanément, afin que l'écuelle ne devienne pas plus chaude et qu'il ne faille par conséquent pas la laisser refroidir durant un temps trop considérable. Lorsqu'elle s'est complètement refroidie, il faut commencer le polissage après avoir enduit de tripoli, par passes parallèles, le parcours que la lentille doit décrire et en avoir enlevé en soufflant la poudre sèche, s'il s'en trouve. Ce tripoli doit d'abord avoir été pulvérisé avec de l'eau sur une pierre et ensuite amassé de nouveau et séché, car sinon il y a toujours dans les pièces de tripoli quelques petits grains durs qui raient le verre. On libère le verre de tout ciment ou graisse en le frottant avec un morceau de linge imbu de tripoli et d'eau ou avec un peu du mélange susdit de tripoli et de vitriol: car il importe beaucoup que le verre soit propre et dégraissé pour que dans le polissage le tripoli aie prise sur lui.

Avant que de porter la lentille sur le fond, il est bon d'en avoir une autre, un méchant verre, de la figure de l'écuelle ou à peu près, avec lequel on repasse toute la route que la bonne lentille doit parcourir pour voir s'il ne s'y trouve pas de grains de sable ou de parties dures et pour les écarter ou briser dans le cas où il y en aurait. Alors seulement on commence à faire des passes avec la bonne lentille, la mouvant d'abord avec la main par ci par là, l'ôtant ensuite de l'écuelle pour voir, en regardant les zones de tripoli qui s'y trouvent, si celui-ci y a eu partout une prise égale. S'il n'en est pas ainsi, c'est signe que la forme ou bien la lentille sont encore trop chaudes; il faut alors attendre et faire un nouvel essai jusqu'à ce qu'on constate que le tripoli prend sur tout le verre par lignes droites. En agissant autrement on gâterait sûrement la figure de la lentille. Lorsque l'écuelle est trop chaude le verre touche au milieu plus que vers ses bords puisque la surface supérieure de l'écuelle a été dilatée par la chaleur et qu'elle est par conséquent devenue moins concave. Lorsqu'au contraire le verre est trop chaud, il est mieux en contact avec la forme froide vers les bords que

even wel niet al te dun, want anders soo slijt die in 't polijsten te veel en komen heele streepen daer in daer het koper bloot werdt, soo dat dan noch wel een nieuwe grondt moet geleyt werden. Daerom is 't beter, dat de grondt in 't begin liever wat dicker en stercker zij, want deselve doch in 't eynde wel dun genoegh wegh slijt, om het glas de rechte figuer van de schotels te geven.

Deze grondt aldus geschildert sijnde wordt voorts gedrooght, door een vlakke langwerpighe ijzere pan met vier [Fig. 83], daer op te setten; sijnde ontrent 10 duym

[Fig. 83]



of een voet langh en 6 duym breed, en hebbende rondom een schenijns opgaende boordt, met 4 kleine bolletjes van onder om op te staen, en een steel aen 't eene endt om bij gevat te werden. gelijk dese figuer aanwijst. Als men de pan oplightende siet dat de grondt daer onder begint te drooghen, dan kan men die voort af setten, laetende de rest vande vochtigheijdt voort van sich selfs nijt roecken, op dat de schotel niet warmer en werde, en men te langher deselve moete laeten staen koelen. Als nu de schotel t' eenemael koudt geworden is, moet men het polijsten beginnen, hebbende eerst de baen met parallele streecken van tripoli beschreven, en het losse stof daer van af geblaesen. Deze tripoli moet eerst met water sijn gevreven werden op een steen en dan weder tot een massa gemaect en gedrooght, want anders in de stucken tripoli altijd eenighe harde sandties fitten die het glas schrabben. men maect het glas schoon van alle cement of vettrigheijdt, vrijvende het selve met een doeckje met tripoli en water of met een weijnigh van de voors. tripoli met vitriool gemenght. Want hier is veel aen gelegen dat het glas wel schoon en schrael zij, op dat in 't polijsten de tripoli daer beter op vatte.

Eermen 't glas op de baen brengt, is het goet een ander ondeugende glas te hebben, van de form van de schotel of daer ontrent, 't welck men overal over de baen vrijft om te sien of er geen sandtjes of hardigheijt op en fitten, en die daer soude moghen wesen wegh of aen stuck te douwen, dan set men voorts het rechte glas op de baen en men schuijft het voor eerst met de handt sachtjens gins en weer, en dan weer af nemende, siet men aen de streecken van tripoli die daer over fitten of het overal egael gevat heeft. Indien niet, soo ist een teeken dat de schotel of 't glas noch te warm sijn, en men moet wat wachten, en weder op de selfde manier beproeven, tot dat men siet dat de tripoli met rechte streepen over 't geheele glas sit. anders soude men seeckerlijk de figuur van 't glas bederven. Als de schotel te warm is raect het glas in 't midden meer als aen de kanten om dat door de warmte de bovenste superficie van de schotel uijtgereckt is en min hol werdt. Maer het glas te warm sijnde en

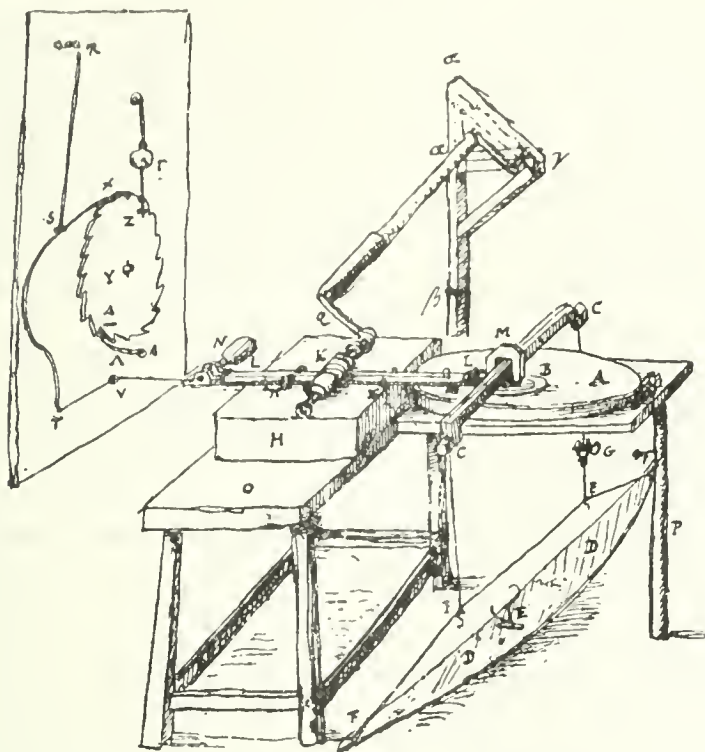
dans la partie centrale, puisque la surface inférieure du verre se rétrécit alors par le froid tandis qu'il n'en est pas de même pour la surface supérieure.

Polir avec les mains serait un fort grand travail, impossible même dans le cas de grandes lentilles de 5 à 6 pouces ou davantage. C'est pourquoi nous avons en premier lieu conçu et mis en œuvre un appareil [Fig. 84] pour serrer le verre contre l'écuelle autant que cela est nécessaire, afin d'être délivrés de cette partie de la peine. Il consiste d'abord en un bâton CC dont la longueur est quelque peu supérieure à la largeur de l'écuelle A, tandis que la section droite est un carré dont le côté mesure environ $1\frac{1}{2}$ pouces; ses deux bouts sont courbés vers le bas de telle manière que les extrémités ou manches sont de nouveau parallèles au bâton lui-même. Son centre porte une pointe de fer dont le bout est au niveau des dites extrémités²⁹). Cette pointe est appuyée sur la cavité de fer que nous avons dit être attachée à l'ardoise à la partie

tegen een kouder schotel aen komende, soo raekt het meer aen de kanten als in midden, om dat sijn onderste superficie in krimpt door de koude en de bovenste niet.

Het polijsten met de handen soude seer grooten arbeydt sijn, jae onmoghelijk in groote glazen van 5 of 6 duijn en daer boven. Daer om hebben wij eerst een machine

[Fig. 84]



[Fig. 84] bedacht en in 't werck gestelt om het glas, soo veel als noodigh, tegen de schotel aen te drucken, ende alsoo van dit deel der moeite ontslagen te wesen. Dese bestaat vooreerst in een hout CC wat langer als de schotel A breedt is, en ontrent $1\frac{1}{2}$ duijn vierkant. doch de twee eijnden of handvatten nederwaerts geboghen hebbende, en weder parallel met de lenghde der stock. In midden van dit hout steeckt een ijfere pen, wiens punt gelijk komt met het onderste der voorseijde handvatten ²⁹⁾. Dese pen druckt in het ijfere putje, 't geen wij geseght hebben op de leij

²⁹⁾ Ce „pen” ou pointe n'est plus visible dans la Fig. 84 puisque la machine fut corrigée plus tard (voir la suite du texte) et que c'est à cette nouvelle forme de l'appareil que la figure correspond. La pointe doit se trouver sous la main M.

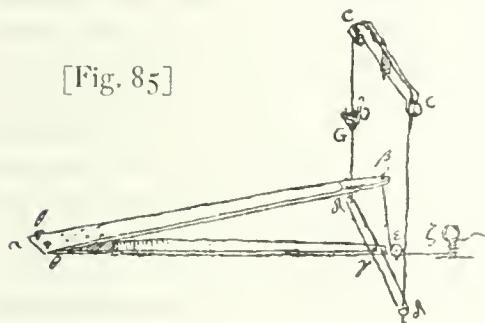
inférieure de laquelle est collé le verre ou lentille B avec un anneau de gros drap entre les deux. Et pour que la pointe exerce une pression suffisante, on dispose d'un arc DD fait d'une planche de pin. Son épaisseur est de $\frac{1}{2}$ pouce, sa longueur d'environ 5 pieds; au milieu sa largeur est de 7 pouces, mais vers les bouts il s'amincit pour se terminer presque en pointe. Cet arc est fermement attaché au plancher avec un crampon. A la corde FIF qui le tend on attache une autre corde en deux endroits dont la distance II égale la longueur du bâton CC³¹); cette corde passe par les courbes des manches et au-dessus du bâton; ensemble avec l'arc DD il peut être tendu autant qu'on le désire au moyen de la cheville G sur laquelle la corde venant de C est enroulée et qui tient à une petite pièce de bois à laquelle la corde venant de I est attachée par en-dessous. La forme A est placée sur une solide planche carrée attachée d'un côté à une table et reposant de l'autre sur le bâton P. Assis et tenant le bâton CC par les deux manches nous faisons exécuter à la lentille, en la tirant, un assez lent mouvement de va-et-vient sur l'écuelle A, prenant soin de la tourner un peu après chaque période de 20 ou 25 passes. De cette manière elle se trouvait être entièrement polie en 2 à 3 heures. C'était un grand travail puisque le verre, ainsi pressé, glisse fort lentement sur l'écuelle.

Au lieu de l'arc DD j'ai depuis eu l'idée de me servir d'un ressort composé de deux planches de pin $\alpha\beta$ et $\alpha\gamma$ fermement attachées à l'extrémité α à un billot coupé obliquement [fig. 85]. Ces planches ont chacune une longueur d'environ . . . pieds³²), la même que la table servant au polissage sous laquelle elles sont placées dans le sens de la longueur, d'où résulte qu'elles ne donnent pas d'embarras comme le faisait l'arc DD qui dépassait de beaucoup la table d'un côté comme de l'autre. A l'extrémité α ces deux planches ont une largeur de 8 à 10 pouces et une épaisseur de . . . pouce³²). Aux bouts β et γ elles se terminent presque en pointe. $\alpha\gamma$ étant posée sur le plancher, on donne une certaine tension à la planche $\alpha\beta$ en tirant son extrémité β vers le bas avec la corde $\beta\epsilon\zeta$ qui passe par une poulie ϵ vissée dans le plancher et est ensuite enroulée et fixée sur la goupille ζ également attachée au plancher. Au bout γ de la planche $\alpha\gamma$ est fixée en-dessous avec une corde la traverse de bois $\delta\delta$, dont les extrémités sont attachées aux cordes δCCG et δG , dont la

vast te sijn, daer het glas B, met een rondt van pij ³⁰⁾ tusschen beide, van onder teghen geplackt is. En om een genoeghsaeme perffingh te maecken, soo heeft men een boogh, gemaect van een gereijnen houte planck, van $\frac{1}{2}$ duym dick, ontrent 5 voet langh, en in midden 7 duym breed, maer nae de enden bijnae spits toelopende, als hier DD. Dese werdt in de midden tegen de vloer vast gebonden aen een kram. Ende aen het touw FIF, dat daer op gespannen werdt, maeckten een ander touw vast op twee plaetsen, welckers distantie II gelijk is aen de lenghde der stock CC ³¹⁾; loopende dit touw door de bochten der handvatten over deselve stock heen, en werdende te saemen met den boogh DD naer believen strack gespannen, door middel van de pen of steek G, daer het touw van C komende omgewonden is, en dewelcke in een houtje steeckt daer het touw van I komende onder aen vast is. De schotel A is geset op een stercke vierkante planck die aen d'een sijde aen een tafel vast is, en met d'andere sijde rust op de stock P. Vattende nu het hout CC bij beide de handvatten en neder sittende soo trock men het glas met redelijk langhsaeme streecken gins en weer over de schotel A, keerende het ieder 20 of 25 streecken een weijnigh om, 't welck 2 a 3 uren duerde eer het volkomen gepolijst was, ende was een grooten arbeijdt dewijl het glas aldus geperft sijnde feer traegh over de schotel schuijft.

In plaets van den boogh DD, hebbe daer nae bedacht een veer van 2 gereijne planken te saem gestelt $\alpha\beta$ en $\alpha\gamma$, op een schenijns blockjen aen 't eijndt α wel vast gespijckert [Fig. 85]. Dese plancken sijn ontrent ijder . . . voet langh, te weten ³²⁾

[Fig. 85]



soo langh als de polijstafel; onder dewelck sij inde lenghde geplaetst sijn; waer door geen embaras geven, gelijk den boogh DD, die aen weder sijden ver uijtstack. aen 't eijnde α sijn dese planken 8 a 10 duym breedt en . . . duym dick ³²⁾. naer β en γ gaen se bijnae spits toe. $\alpha\gamma$ op de vloer leggende, soo spant men het eijnde β van de planck $\alpha\beta$ nederwaerts met het touw $\beta\epsilon\zeta$, dat door een catrol ϵ , die in de vloer geschroeft is door gaet, en dan om

de pen ζ , die mede in de vloer vast staet, gewonden en vast gemaect werdt. Onder het endt γ van de planck $\alpha\gamma$ werdt vast gemaect met een touw het dwarshout $\delta\delta$, aen welcker eijnden vast sijn de touwen δ CCG, en δ G. waer van 't eerste passeert

³⁰⁾ Le çonprimitive: „buffels leer” (cuir de buffle).

³¹⁾ Il n'y a plus de lettres II dans la Fig. 84.

³²⁾ Les mots „ontrent ijder . . . voet langh, te weten” et „en . . . duym dick” ont à bon droit été omis par Boerhaave dans sa traduction latine.

première passe par les manches et au-dessus du polissoir CC. La traverse $\delta\delta$ n'est soulevée que peu du plancher de sorte que les cordes δC restent longues et que le polissoir CC a de l'espace pour exécuter un mouvement oscillatoire pendant le polissage.

Le ressort est attaché au plancher avec les deux clous \mathfrak{D} , mais ceux-ci n'y sont pas enfoncés jusqu'à la tête parce que le ressort doit pouvoir s'élever un peu en α lorsqu'on tend la corde $\beta\epsilon\zeta$.

Or, pour rendre quelque peu plus aisé le mouvement périodique de la lentille, nous avons ajouté à l'appareil décrit ci-dessus encore cet autre dispositif [Fig. 84]. M est une solide main de bois ou de fer avec, en dessous, une ouverture carrée de sorte qu'elle peut tenir le bâton facilement sans le serrer. Cette main a une queue par laquelle elle est attachée à la planchette LL avec un coin qui passe par un crampon de fer attaché à la planchette et dont la surface inférieure est de niveau avec le dessous de M. Cette planchette a une largeur d'environ $2\frac{1}{2}$ pouces et une épaisseur d'un demi-pouce; sa longueur est égale à environ $1\frac{1}{2}$ fois le diamètre de l'écuelle. Elle peut faire des mouvements de va-et-vient sur le billot H attaché à la table O et de hauteur telle que la planchette se trouve environ un pouce au-dessus de la surface de l'écuelle. Les petits crochets de bois π , ainsi que les goupilles Σ , empêchent le mouvement d'être autre que droit en rendant impossible le soulèvement de la partie postérieure. En outre nous avons posé sur le milieu du billot H un solide axe de fer qui tourne dans deux ouvertures rondes et porte en son point milieu un petit rouleau de bois d'un diamètre d'environ $1\frac{1}{2}$ pouce, fermement attaché à lui par une goupille de fer qui le traverse. À travers deux trous forés dans ce petit rouleau, lesquels sont élargis à une de leurs extrémités, passent des cordons solides avec des noeuds qui n'émergent pas du rouleau. Ces cordons sont l'un et l'autre enroulés sur lui de quelques tours; l'un d'eux est attaché à une goupille courte fixée dans la planchette LL, l'autre est enroulé sur la cheville N au moyen de laquelle il est tendu à volonté. Une manivelle de fer Q est attachée à l'une des extrémités de l'axe susmentionné; elle est longue de 5 pouces environ et a un manche de bois avec lequel on peut la tourner alternativement dans l'un et l'autre sens, ce qui fait que la planchette LL est tirée avec force tantôt d'un côté tantôt de l'autre et la lentille B de même de telle manière qu'elle dépasse le bord de l'écuelle des deux côtés environ d'un tiers de sa largeur; en même temps, comme nous l'avons dit plus haut, la lentille est pressée contre l'écuelle par le bâton CC et le ressort DD. La pointe qui la presse a une position un peu oblique par le fait que le bâton CC se tient assez lâchement dans la main M. Ceci est nécessaire pour que le verre glisse sur l'écuelle sans trembler. Cette obliquité de la pointe doit toutefois être faible et en cas d'excès on peut augmenter la grosseur du bâton CC au milieu afin que la main M y ait une prise plus ferme. Dans le dessous de la planchette LL on fixe deux petites goupilles de fer qui heurtent de part et d'autre contre le billot H et empêchent ainsi qu'elle ne soit tirée plus loin que ne l'exige le mouvement de la lentille sur l'écuelle. Cette dernière, ou plutôt la pierre à laquelle elle est attachée, a été serrée entre le billot H et une goupille qui tient à la partie

door de eijnden en over het polijst hout CC. Het hout $\delta\delta$ wordt maer weijnich vande vloer gelicht, waer door de touwen δ C langh blijven, en het polijst hout CC ruijnte heeft om in 't polijsten gins en weer te gaen.

Met de 2 spijckers \mathcal{S} is de veer aen de vloer vast, doch dese spijckers en sijn niet tot het hoofd toe in geklopt om dat de veer in α wat rijfen moet als men het touw $\beta\epsilon\zeta$ spant.

Om dan dit gins en weder trecken gemackelijker te maecken, soo hebben wij tot de voorschreven machine noch dese andere bijgevoeght [Fig. 84]. M is een sterke houte of ijfere handt, van onder vierkantich hol, soo datse de stock CC ruijn en sonder klemmen kan omvatten. Dese heeft een steert daer mede sij vast gemaectt wierdt aen het planckje LL, met een wigghe die door een ijfere kram gesteecken werdt, die op het planckje vast is, *wiens onderste superficie met de voorste beck van M gelijk komt.* Dit planckje is ontrent $2\frac{1}{2}$ duijn breedt, $\frac{1}{2}$ duym dick; en ontrent anderhalf-mael de schotels diameter langh. Het kan gins en weder schuijven op het block H, t welck op de tafel O vast is en soo hoogh dat het planckje een duijn ontrent boven de superficie van de schotel verheven is. De houte haeckjes π , en pennetjes Σ , beletten dat het anders als recht gae, als mede dat het achter niet op en lichte. Voorts is midden over 't block H een sterke ijfere as geleght, die in 2 ooghen draeyt, en in midden een houte rolletje van ontrent $1\frac{1}{2}$ duijn dick heeft, met een ijfere pennetie dat dwars door gaet wel vast daer aen gehecht. Door twee gaten in dit rolletie geboort en aen d'een sijde wijdt uytgeholt steecken sterke touwtjes met knopen daer voor die evenwel niet buyten 't rolletie uytsteken; en dan ieder van dese eenighe touren om het rolletje gewonden, en het eene vast gemaectt aen een korte pen die in 't planckje LL vast steekt; het andere op de steck N gewonden zijnde, door welke dit touw naer believen gespannen werdt. Voorts is aen het een eijnde vande voors. as een ijfere swengel Q, ontrent 5 duijn langh, met een houte handvat, waer bij nu dus, en dan weder contrarië omgedraeyt sijnde, soo wierdt het planckje LL met kracht gins en weder getrocken en met eenen het glas B soo dat aen weder sijden ontrent $\frac{1}{3}$ over den boord der schotel komt, terwijl het door de stock CC, en veer DD, als voorseijt is, tegen de schotel geperst werdt. De pen die daer op druckt valt een weijnich scheuijns over, door dien de stock CC eenighe ruijnte heeft in de handt M. En dit is noodigh om het glas sonder beven over de schotel te doen schuijven. *Doch evenwel moet dit overleggen van de pen seer weijnigh sijn, en als het te veel is kan men de dichte van de stock CC in 't midden verhooghen, om soo veel dieper in de handt M gevat te werden. Men steekt 2 ijfere pennetjes van onder in 't planckje LL, dewelcke ten weder sijden tegen het block H steytende beletten dat het niet verder en werdt getrocken als het glas op de schotel van noode heeft.* De schotel, of liever de steen daer defelve op vast is, werdt geperst tusschen het block H, en een pen die

opposée de la planche, au moyen d'un coin enfoncé entre les deux. En opérant on est assis sur un petit banc rond ou escabelle, et lorsqu'un des bras est fatigué on tourne avec l'autre; comme on n'est pas obligé de mouvoir le corps entier cette manière de polir est beaucoup moins fatigante que celle où il fallait tirer avec les bras tantôt dans un sens tantôt dans l'autre. *Plus tard nous avons construit cette manivelle en plus grande longueur et telle qu'on peut la tourner en tenant l'un ou l'autre des deux bouts ce qui permet aussi d'opérer avec les deux mains simultanément.*

Pour tourner un peu la lentille après chaque période de 20 ou 24 passes, comme cela est nécessaire, on la fait avancer d'une main jusqu'au contour de l'ardoise tandis qu'on la tourne de l'autre, ce qui se fait sans peine.

Il est également nécessaire de déplacer un peu l'écuelle toutes les fois qu'on a fait 25 ou 50 passes. Un déplacement de la demi-largeur d'un brin de paille suffit. Il se fait vers ce côté-là de la route parcourue par la lentille où pour le moment celle-ci ne se trouve pas; après 25 ou 50 nouvelles passes il se fera du côté opposé. Au commencement du polissage on voit le tripoli amassé par ci par là en petites plaques sur la route de la lentille, mais celles-ci s'effacent bientôt et le chemin du parcours devient entièrement égal.

Lorsqu'on aperçoit que le tripoli n'a pas assez de prise sur le verre ce qui se reconnaît au fait qu'il ne s'y attache pas en lignes droites et fines, il faut de nouveau mettre la poêle plate contenant du feu au dessus de la route de la lentille jusqu'à ce qu'on sent qu'en ces parages l'écuelle est un peu plus chaude ou du moins un peu moins froide qu'ailleurs. Alors il faut de nouveau „écrire” sur l'écuelle avec du tripoli et y passer la lentille à la main pour voir s'il prend également, et ne continuer le polissage que s'il en est ainsi. On enduit aussi parfois de la même manière la route de tripoli sans chauffer l'écuelle, ceci pour mieux entretenir la route et aussi pour faciliter quelque peu la prise. C'est ce qu'on peut répéter à chaque période de 200 ou 400 passes.

N.B. *Depuis que nous avons pris du vitriol au lieu de vert-de-gris ce que nous disons ici du chauffage de l'écuelle n'est plus nécessaire puisque le fond sur lequel se meut la lentille y prend maintenant toujours avec beaucoup plus de fermeté qu'auparavant*³³⁾.

On peut aussi, toutes les fois qu'on a fait 200 passes, enlever la lentille de la forme; à cet effet il faut défaire le coin qui serre la main M contre la planchette et soulever le bâton CC qui presse le verre. Alors on nettoie une bande du verre en y passant un doigt ou un petit morceau de linge ou de cuir bien propre, pour voir combien le travail est avancé.

³³⁾ D'après le deuxième alinéa de la p. 296 qui suit cette remarque a été ajoutée en 1686 (date de l'Appendice IV) ou plus tard.

aen d'overlijde in de planck fleekt, met een houte wigghe tusschen beide in te douwen. Men sit op een rondt banckjen of schabel als men dit werck doet, en als den eenen arm moede is, soo draeyt men met den anderen; maer dewijl men niet van noode heeft het lijf verder te beweghen soo vermoeijt dese manier van polijsten veel min als doen men de stock CC met d'armen gins en weer most trecken. *Wij hebben daer nae dese swengel lang gemaect en draeyende op beide eijnden om alsoo met 2 handen te gelijk te kunnen draeijen.*

Om het glas ieder 20 of 24 streecken wat om te draeijen 't welck noodigh is, soo treckt men het selve met d'ene handt bij de huijtenste circonferentie vande leij, terwijl het met d'andere voort gewonden werdt, 't welck sonder moeite geschiedt.

Het is ook noodigh de schotel alle 25 of 50 streecken een weynigh te versetten, alleenlijk een half stroobreedt deselve verruckende, aen die sijde der baene daer het glas niet en is; en 25 of 50 streecken daer nae, wederom contrarie deselve verschuijvende. In 't eerste van 't polijsten, siet men de tripoli op de baen hier en daer met kleine plackjes vast sitten, doch dese gaen daer nae wegh, en de baen werdt t' eenemaal effen.

Als men gewaer werdt dat de tripoli niet genoegh op 't glas en vat, sittende niet eenparigh met rechte en sijne streepen daer over, soo moet men de platte pan met vier weder over de baen setten, tot dat men even voelt dat de baen ietwes warmer of min koudt is als d'andere deelen van de schotel. Dan moet men weder met tripoli daer over schrijven, en strijcken het glas met de handt daer over, om te sien of het gelijk vat; en dan eerst voort polijsten. Men schrijft oock wel altemets met de tripoli over de baen sonder de schotel te warmen, en dat om de baen te beter te onderhouden en oock het glas eenighsins beter te doen vatten, men kan het ieder 200 of 400 streecken repeteren.

N.B. Sedert dat wij vitriool in plaets van spaensgroen genomen hebben, soo is 't geen hier geseght werdt van 't verwarmen der schotel onnoodigh, dewijl de gemaecte baenen nu altijd wel vatten op 't glas en veel vaster houden als te vooren³³).

Alle 200 streecken kan men oock het glas eens afnemen, maekende de wigghe los die de handt M aen het planckje hecht, en lichtende dan de stock CC van het glas af. Dan veeght men een streep daer over, met een vinger of een schoon doeckje of leertje en men siet hoe het vordert.

Pour épargner la peine de compter les passes une roue de bois Y d'un diamètre de 7 ou 8 pouces est parallèlement attachée à une planche fixée contre le mur; cette roue qui tourne sur son axe avec facilité a 24 dents dont l'ensemble affecte la figure d'une scie. Elles sont poussées par l'aiguille de cuivre SX attachée par un petit rond au ressort de fil de cuivre RST qui est cloué en R sur la planche. Ce ressort est tiré par un cordon qui part de T, traverse l'ouverture ronde V et se prolonge ensuite jusqu'au bout de la planchette LL à laquelle il est attaché. Par ce moyen la roue Y est avancée d'une dent après chaque couple de passes, et toutes les fois qu'une des deux aiguilles Z ou Δ qu'elle porte vient en contact avec le fil de cuivre Γ Z et le laisse de nouveau échapper, on entend résonner la sonnette Γ attachée à ce fil, par où l'on fait qu'il s'est fait 24 passes et que la lentille doit être tournée d'un certain angle.

On peut en outre attacher au billot H à côté de la planchette LL un compteur à 3 ou 4 index arrangés suivant le système des nombres décimaux, et lier son cordon à l'extrémité de cette planchette: par ce moyen on connaîtra le nombre des passes sans aucune peine de compter ou de noter.

Une lentille d'un diamètre de 5 ou 6 pouces exige environ 3000 passes pour devenir parfaitement reluisant des deux côtés.

Il faut bien observer si l'on ne remarque plus de parties grises au milieu de la lentille: ailleurs le verre paraîtra limpide beaucoup plus tôt. On les reconnaît par la réflexion d'une chandelle ou de la clarté du jour, l'autre côté de la lentille ayant été enduite de suie.

Lorsqu'on est d'avis que la lentille a été suffisamment polie, il faut, pour l'enlever de l'ardoise et du cuir, la chauffer sur un réchaud jusqu'à ce que le ciment devient si mou qu'on peut la détacher de lui. On ôte alors le ciment qui y reste avec un petit linge chaud et ensuite avec un autre petit linge imbu d'huile ou de suif, enfin avec d'autres morceaux de linge plus propres ou bien avec une serviette également neuve.

Si après tout on trouve que le polissage est encore imparfait (car en ceci on se trompe souvent) on peut continuer à polir après avoir de nouveau collé la lentille comme auparavant et l'avoir nettoyée et dégraissée comme il a été dit ci-dessus. À ce but on peut aussi renouveler le fond de l'écuelle si le premier a péri ou est devenu défectueux par ablution ou usure, pourvu qu'aucune autre lentille n'ait entretemps été polie sur la même forme.

Pour la dite ablution des fonds il faut verser sur eux un peu de vinaigre ³⁴⁾.

³⁴⁾ En 1673 (T. VII, p. 318) Huygens écrit que Lebas nettoie „la forme de l'Emeril... en y mettant du vinaigre meslé d'un peu d'eau forte”.

Om de moeijte van 't tellen te ontgaen, is op een planck die tegen de muur vast gemaect is, een houtte radt Y van 7 of 8 duym diameters, plat tegenaen geleght dat op fijn as seer licht omdraeiende, heeft 24 tanden, saeghs-gewijs ingesneden. Dese tanden werden voort gestooten door het kopere stiftje SX, twelek met een ooghe vast is aen de veer van koperdraet RST, die in R op de planck gespijckert is. Dese veer werdt getrocken door een touwtje dat van T door het ooghe V gaet, en daer van daen voorts tot het eijnde van 't planckje LL, daer het aen vast is. Hier door werdt dan het radt Y ieder twee streecken een tandt voort geset, en telkens als een der 2 pennetjes Z of Δ, die daer op staen, tegen het koperdraet IZ aen komen, en 't selve weder laeten slippen, soo klinckt de bel I die aen dit koperdraet vast is. Waer door men weet dat er 24 streecken gepasseert fijn, en dat het glas wat omgeset moet werden.

Behalven dit soo kan men noch een Pasteller (hebbende 3 a 4 wijsers met thiende voortganck) op het block H neffens het planckje LL vast maecken, en fijn touwtje aen 't uysterste van dit selve planckje binden, waer door men sonder eenighe moeijte van tellen of aenteykenen kan weten hoe veel streecken men gepolijst heeft.

Een glas van 5 of 6 duym diameter heeft al ontrent 3000 streecken van nooden om wel schoon te sijn, dat is te seggen aen ieder sijde.

Men moet wel toonen of men in 't midden van 't glas, alwaer het aen d'ander sijde beroockt is, geen graeuwichheidt of stippelen aen de reflexie van de keers of lichten dagh meer gewaer en werdt, want de andere deelen van 't glas al veel eer schoon gelykenen.

Als men vindt dat het glas genoegh gepolijst is, soo moet men het om van de leij en leer af te krijgen, over een calloor met vier warm maecken tot dat het cement soo weeck werdt, dat men 't glas kan afschuijven. Dan vrijft men 't geen daer noch aensit met een warm doeckjen af, en daernaer met een ander doeckje dat met olie of kaers-smeer vet gemaect is, en dan voorts met schoonder doeckjes of een schoone servet.

Soo men het glas niet schoon genoegh uytgepolijst bevindt (want hier in bedrieght men sich al veeltyds) soo kan men het noch meer polijsten, plackende het weder als te voren op, en wel schoon af vegende en schrael maeckende als hierboven is geseght. Men kan oock wel een nieuwe grondt op de schotel hiertoe leggen indien d'eerste afgewasschen of anders onbequaem is, mids dat ondertusschen geen ander glas op de schotel geslepen zij.

Om dese gronden af te wasschen, moet met wat azijn daer op gieten ³⁴).



Traduction du texte latia de 1692 (Manuscrit H) imprimé à la p. 816 du T XIII (comparez la fin de l'Avertissement qui précède): Le ressort de la table pour polir pourrait être attaché en haut avec des soliveaux [au lieu d'être attaché au plancher], pour que les bâtons qui

préféreraient alors la lentille puissent être plus longs que ne le sont à présent les cordes qui tirent trop obliquement vers les bords de la forme.

Ceci serait surtout utile, ou plutôt devrait nécessairement être fait, si nous voulions polir des lentilles concaves. Dans ce cas on achèverait d'abord leur surface convexe, et ensuite la surface concave en mouvant l'écuelle de métal sur le verre immobile. Après tout, nous pourrions cependant aussi exécuter cette partie du travail en nous servant de la traction de cordes comme jusqu'ici.

On pourrait aussi rehausser la table d'un ou deux pieds, et le siège de l'opérateur en même temps, pour qu'il puisse tourner la manivelle avec moins de peine.

Les. p. 817 et 818 du T. XIII contiennent encore quelques remarques en français, également tirées du Manuscrit H, qui se rapportent à ce sujet.

APPENDICE I

AUX MEMORIEN AENGAENDE HET SLIJPEN VAN GLASEN TOT VERREKIJKERS.

1667 ¹⁾.

A. 17 Mars 1667. Il faut faire des pieces de verre quarrees de 10 pouces et de l'épaisseur de 4 lignes et tâcher de les rendre les plus plattes et unies que l'on pourra, et que la matiere soit bien blanche et transparente, sans que pourtant elle soit sujette a jetter du sel et se ternir par apres. Et qu'elle n'ait aussi guere de petits points et surtout nulles veines. La quelle dernière qualité ne pouvant estre jugée que lors que le verre est poli, il faudra faire travailler ces pieces des 2 costez comme l'on fait les glaces & miroirs. Mais il suffira de commencer par une ou 2 pour veoir si la matiere est bonne, apres quoy l'on en fera d'avantage. Il faut tâcher de faire le moins de levees pour chascue piece quarree qu'il sera possible et le meilleur seroit si l'on n'en faisoit qu'une.

B. 2 Nov. 1667. L'on mettra dans le fourneau un pot apart avec de la matiere pure et rafinee au possible (en marge: manganese, fonde), et on la laissera plus longtemps au feu qu'à l'ordinaire, afin qu'elle se purge des petites bulles ou points dont les glaces de miroir sont remplies. Il faut aussi faire en sorte qu'elle soit plus blanche et transparente que les glaces ordinaires sans pourtant estre sujette a jetter du sel et se ternir par apres; et surtout qu'elle n'ait point de veines comme l'on en voit souvent aux glaces, quand on tient un papier derriere. La matiere estant cuite, l'on en fera des plaques de 10 pouces en quarré et espais de 4 lignes environ et l'on fera le moins de levees pour chacune qu'il sera possible parce que les veines s'engendrent par la. On en polira quelques unes pour juger de leur bonté.

¹⁾ Les deux Pièces sont empruntées a la p. 152 du Manuscrit C.

APPENDICE II

AUX MEMORIEN AENGAENDE HET SLIJPEN VAN GLASEN TOT VERREKIJKERS.

1669 ²⁾.

Maniere de tailler les verres ordonnée a un Ouurier.

1669. Formè avec du grez. Douci avec du fable fin de Belleville. Molette de bois en hemisphère. avec 3 espaifleurs de drap.

Poli avec moitié potée d'estain moitié mine de fer meslez ensemble sur 2 draps et un cuir couchez sur la forme de cuivre.

La forme estoit rajée par quarrez. Estoit de diamètre de 10 pouc. le verre de 6 pouc. pour une lunette de 45 pieds. convexe de deux costez également.



²⁾ Manuscrit D, p. 233. La p. 235 porte la date du 21 Novembre 1669.

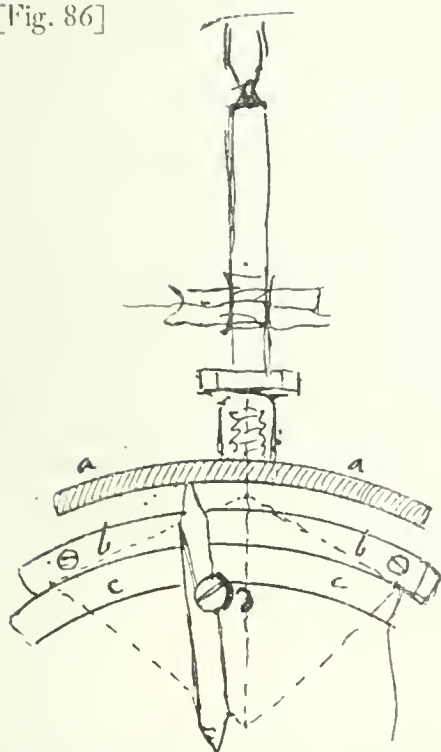
APPENDICE III

AUX MEMORIEN AENGAENDE HET SLIJPEN VAN GLASEN
TOT VERREKIJCKERS.

[1682]³⁾.

Methode excellente et éprouvée pour donner la forme sphérique parfaite aux formes de leton qui servent au travail des verres des telescopes.

[Fig. 86]



aa la forme de leton attachée au tour. *bb* [Fig. 86] platine creusée attachée devant la lunette du tour. *cc* platine convexe mobile sur la quelle est attachée une planchette. Et sur cette planchette est attaché l'outil d'acier par une vis de bois *d* qui le ferre de costé.

Les platines *bb* et *cc* étant appuyées sur un même plan cette dernière glisse contre l'autre.

³⁾ Manuscrit F, p. 107. Les p. 101 et 112 portent respectivement les dates du 8 février et du 16 avril 1682.

APPENDICE IV

AUX MEMORIEN AENGAENDE HET SLIJPEN VAN GLASEN TOT VERREKIJKERS.

1686.

Le 5 février 1686 nous avons commencé à former une excellente lentille de 124 pieds ¹⁾ de la matière de Bois-le-Duc, pour faire un essai de la bonté de cette matière. D'abord nous égalifâmes les surfaces du verre sur l'écuelle de fer. Après cela nous rodâmes le verre sur cette écuelle au moyen de l'arc qui permet d'aplanir les „dos”. La première fois nous polissions un peu seulement, uniquement dans le but d'examiner la matière. Le jour suivant nous essayâmes de polir davantage mais le contact avec l'écuelle fut trop étroit vers le milieu, je crois à cause du gel qui avait apporté quelque changement soit à l'écuelle soit au verre. Plus tard, lorsqu'il s'agissait de donner par le rodage une nouvelle courbure à un des côtés qui avait en ce moment un rayon de courbure de 85 pieds, nous avons d'abord rendu la surface à moitié plane sur la forme de fer, ensuite nous lui avons donné la figure désirée, avec de gros grains d'émeri, dans une forme de 204 pieds. Ensuite nous avons formé [l'autre côté] avec le même émeri dans une écuelle de 85 pieds, mais seulement après avoir brisé les plus gros grains à l'aide d'un verre précurseur. Après que [l'un et l'autre côté de] la lentille avait reçu la bonne forme, nous l'avons polie $\frac{1}{4}$ d'heure avec de l'émeri de 40 secondes, puis avec de l'émeri de 100, puis de 200, chaque fois de nouveau $\frac{1}{4}$ d'heure, enfin $1\frac{1}{2}$ heure avec de l'émeri de 400 secondes. Durant le polissage nous avons bien serré la lentille contre l'écuelle, auquel but nous avons pris peu de distance entre les cordes, de sorte qu'on entendait toujours le raclement du verre sur la forme jusqu'à ce que la surface fut, à la fin de l'opération, devenue extrêmement lisse.

¹⁾ D'après la suite cette lentille biconvexe a distance focale de 124 pieds n'était pas de forme symétrique: les rayons de courbure des deux côtés (c'est ainsi du moins que nous croyons devoir comprendre le texte) étaient respectivement de 204 et de 85 pieds. En effet, la formule $\frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$ donne, pour $f = 124$, $R_1 = 204$ et $R_2 = 85$, n (indice de réfraction) $= 1.54$. L'épaisseur de la lentille (qui, d'après la p. 262 qui précède, où il est question du verre de Bois-le-Duc, était $\frac{1}{2}$ à $\frac{3}{4}$ pouce, en d'autres termes de $\frac{1}{24}$ à $\frac{1}{16}$ pied) pouvait être négligée dans ce calcul.

APPENDICE IV

AUX MEMORIEN AENGAENDE HET SLIJPEN VAN GLASEN TOT VERREKIJKERS.

1686.

Den 5 Febr. 1686, een excellent goet glas geslepen van 124 voet ¹⁾, van de Boffche stof, om te proeven of die goet was. Eerst op d'yfere schotel even dick gemaect. Daer nae op de felve gedraeyt met den boogh aen weder sijden om de rug-gen wegh te krijgen. Voor d'eerste reijs maer weynigh gepolijst om alleen de stof te examineren. 's Anderen daeghs geproeft meer te polijsten doch vatten te veel in 't midden van t glas, soo ick geloof om de vorst die eenighe verandering aen de schotel of aen 't glas gemaect hadde. Daer nae om de sijde van 85 te verslijpen, eerst een stuk weeghs plat gemaect op d'ijfere schotel, daer nae voort geformeert inde schotel van 204 voet met de grove ameril. En doen met defelfde ameril geformeert inde schotel van 85. maer met een voorlooper eerst de grofste greijnen aen stuk gebrooken. Naec dat geformeert was en de ameril redelyck fijn geworden, doen met die van 40 seonden $\frac{1}{4}$ uijrs geslepen; daar nae met die van 100 seonden, en van 200 ieder mede $\frac{1}{4}$ uijrs. Endelijck met die van 400 seonden $1\frac{1}{2}$ uijr. In 't slypen altydt dicht tegen de schotel aen gehouden, met de touwen dicht op een te maecken, soo dat men 't glas altydt hoort schuiren op de stof tot in 't eynde dat die op 't aldersijfste gekomen is.

Je parcourus la forme entière avec le verre précurseur chaque fois que j'y avais mis une nouvelle forte d'émeri. C'est ainsi qu'on évite toutes les raies.

Je polissai la première surface avec du cuir de buffle entre le verre et l'ardoise (en marge: N.B. nous nous servions encore en ce moment de vert-de-gris au lieu de vitriol ²⁾ qui est infiniment meilleur). La lentille reluisait de ce côté autant vers les bords qu'au milieu.

Avant le polissage j'avais frotté le verre sur le linge enduit de tripoli. Nous observions que l'ardoise se tournait de préférence vers le même côté que durant le polissage précédent; nous pensions devoir conclure que ceci provenait d'une certaine inégalité dans la pression du cuir de buffle (en marge: le cuir de buffle ³⁾ ne fut pas trouvé bon), d'autant plus que le verre criait lorsque l'ardoise était tourné de ce côté, de sorte que peut-être beaucoup de lentilles assez minces ont été gâtées de cette manière. Nous collâmes un anneau de gros drap sur l'ardoise au lieu du cuir de buffle pour nous servir de celui-ci dans le polissage de l'autre côté.

Je ne fis que 900 passes en polissant le premier côté, ce qui me sembla suffisant; mais il eût été bon d'en faire un peu davantage.

Je rodai l'autre côté dans la même écuelle de 204 pieds qui avait déjà servi à ce but ⁴⁾ en pressant toujours assez vigoureusement avec le bâton ce qui apparemment fait du bien, et je me servis de matière à polir fine, égalisée par le précurseur.

Je ne mis pas l'écuelle en état après le rodage puisqu'elle n'avait pas été employée, pensai-je, pour donner au verre une forme entièrement nouvelle; mais j'avais oublié d'avoir dernièrement rodé l'autre côté dans la même écuelle, comme cela a été dit plus haut. Par conséquent j'éprouvai maintenant, en me servant de la matière de 200, une certaine résistance au mouvement. Toutefois, après avoir mis le réchaud hors de la chambre, je ne sentis plus cette résistance en me servant de la dernière matière de 400. Je rodai de la même manière (expliquée ci-dessus) que pour l'autre côté. Lorsque je mis l'écuelle en état pour le rodage, il sembla y avoir au milieu une certaine convexité ou du moins une moindre concavité, attendu que ce fut là que la teinte brune disparut en premier lieu de sorte que l'écuelle y reluisait plus que vers les bords; j'ai compris plus tard que cette circonstance était due aussi au fait qu'avant le rodage l'écuelle n'avait pas été mise en état avec la pierre. Je pris cette fois un peu plus de temps que d'habitude pour mettre la forme en bon état. Ensuite je frottai le verre contre le linge et le polissai en partie le même soir, mais je fus obligé de préparer une nouvelle route pour le parcours du verre puisque la première s'usait en montrant de

²⁾ Comparez la p. 286 qui précède.

³⁾ Comparez la note 30 de la p. 283 qui précède, ainsi que celles des p. 275 et 277.

⁴⁾ Si ceci signifie que Huygens et son frère finirent par donner aux *deux* surfaces de la lentille une courbure de 204 pieds, la distance focale de la lentille ne peut apparemment plus avoir été de 124 pieds; elle a dû être d'environ 189 pieds.

Yder verscheijde ameril die ick op de schotel dede, liep ick over met de voorloper brengende die over de heele schotel. Hier door worden de schrabben gemijdt.

Dese sijde polijste ick met buffelsleer tusschen het glas en de leij (en marge: N.B. Wij betichden doen noch spaensgroen ²) in plaets van vitriool die ongelyek beter is). Blonck even soo veel aen de kanten als in midden. Ick had het glas over den doeck met tripoli gevreven voor het polijsten. Wij remarqueerden dat de leij affecteerde te staen even soo gedraeyt als wij die in 't voorgaende polijsten van dit glas gesien hadden. waer uijt besloten dat dit most komen van eenige ongelyeke druck van het buffelsleer (en marge: buffelsleer ³) niet goet gevonden); te meer om dat het glas plaght te sleuyten als de leij dus gedraeyt stont, soo dat hier door misschien veel glazen die wat dun waeren bedorven sijn. Wij plaekten een rondt van dicke pij op de leij in plaets van 't buffels leer, om te gebruiken in 't polijsten van d'andere sijde.

Dese eerste sijde polijste ick maer 900 streecken en scheen doen genoegh te sijn. maer het waer beter geweest noch wat meer te geven.

De andere sijde slijp ick maer weder rouw in de eyghe schotel van 204 voet daer se in geslepen geweest was ⁴), altijd redelijk hard met de floek druckende 't welek apparent goet doet: en gebruikte de sijnder formeer stof, met de voorloper geëffent. Ick maekten de schotel niet op nae het rouw slijpen, om dat het geen formeren van nieuws geweest was. Doch en bedacht niet dat ick de ander sijde in dese schotel nu laetst geformeert hadt als boven geseydt is. Waer door ick oock in 't slijpen met de stof van 200 nu eenich klemmen gewaer wierdt. Even wel nae dat het kaffoor met vier buijten de kamer geset hadde, soo en voelde geen klemmen meer met de laetste stof van 400. Dit slijpen dede ick op de selfde manier als geseght is van d'ander sijde. Als ick de schotel opmaecte voor het polijsten, soo scheen daer eenighe bolligheydt, dat is minder holligheydt, in 't midden te sijn, dewijl daer ten eersten de bruijnicheydt wegh ging en meer blonck als naer de kanten, 't welek ick daer nae bedacht heb mede daer van daen te komen dat de schotel voor het op slijpen niet op gemaect was met de steen. Ick was wat langer als ordinaris om die nu te deegh op te maecken. Daer nae vreef ick het glas over den doeck, en polijsten het een stuk weeghs dien avondt, maer most een nieuwe baen maecken om dat d'eerste met breede streepen afsleet.

larges lignes. Le lendemain je continuai le polissage jusqu'à 1200 passes, le contact n'étant pas aussi bon qu'il aurait pu l'être. De plus les restes des petites plaques blanches ⁵⁾ demeuraient visibles, et la lentille se montrait assez capricieuse et sujette à tourner, de sorte que je doutais fort si elle serait bonne (en marge: la rotation spontanée du verre pendant le polissage n'est pas un signe certain de non-réussite). Les bords n'étaient que tolérablement achevés lorsque je cessai d'opérer. Le verre était collé sur du gros drap, lui seul ayant été enduit de ciment. Cette fois il ne cria pas. Je n'avais centré le verre sur la molette qu'avec le compas, non pas avec le verre-à-circonférences; c'est donc peut-être à cause d'une petite excentricité que la lentille se montrait quelque peu rebelle et sujette à tourner. Je l'aidai de la main à parcourir sa route également pour toutes les parties du bord. Attendu qu'il y avait deux routes, que le polissage s'effectuait par deux parcours de différentes amplitudes, ça et là un sillon se produisait dans le verre. Pour éviter cet inconvénient, il serait peut-être bon de ne pas „écrire" sur l'orbe avec le tripoli mais de l'y frotter avec de la peau de chamois ou autrement; de cette façon il ne resterait pas si aisément sur l'orbe des grains de sable tels qu'en contient le tripoli. Je crois aussi qu'il est bon de bien achever le profil pour qu'il n'arrive pas que pendant le polissage de petits morceaux de verre se détachent et raient la lentille; d'autre part ceci est évidemment bon pour empêcher l'usure de la route. On peut aussi commencer par faire parcourir celle-ci par un précurseur. Je ne fais pas bien pourquoi dans le polissage le premier côté de la lentille devenait si également luisant aux bords et au milieu, mais j'estime que pour obtenir cet effet il serait bon d'effectuer la dernière mise en état de l'écuelle par un faible mouvement des pierres, parce que, lorsque dans ce mouvement on dépasse largement les bords, l'écuelle devient un peu moins concave qu'elle ne l'était durant l'opération précédente de sorte que pendant le polissage les bords du verre n'y touchent pas bien. C'est pourquoi il est préférable de rendre, autant que possible, l'écuelle plus concave avant le polissage. En polissant la présente lentille on voyait toujours au milieu un endroit brun où le tripoli était plus mince, excepté vers la fin, de sorte que ceci n'est pas aussi mauvais signe que nous l'avions cru. Cet endroit n'avait pas de convexité ou „dos"; lorsqu'il s'en produit c'est un fort mauvais signe, mais je pense que la faute en a été souvent au cuir de bûlle, surtout dans le cas de lentilles minces. Je crois qu'en changeant de matière on pourrait polir de très grandes lentilles dans des écuelles dont les dimensions ne surpasseraient les leurs que de peu; vers la fin il faudrait se servir d'une matière rendue fine par le polissage d'une autre lentille sur une autre forme.

⁵⁾ Comparez le troisième alinéa de la p. 286 qui précède.

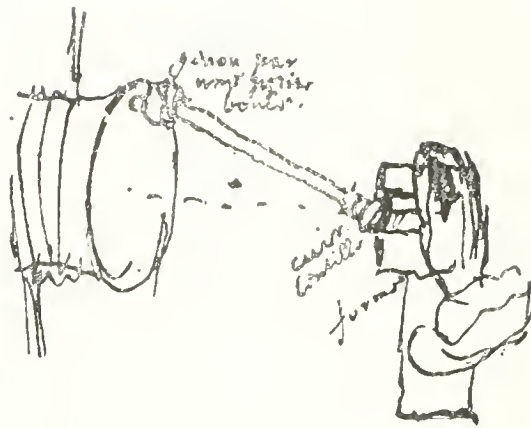
's ander daeghs polijften ick voort tot 1200 toe, vatte wat schrael en bleven de resten vande witte plackjes ⁵) altijd noch over, oock affecteerde en draeyde het glas noch al eenighfins, soo dat ick seer twijfelde of het glas goedt soude sijn (en marge: het draeyen van t glas in 't polijften is geen seecker teyken van niet te deugen). De kanten waren noch maer taemelijk klaer doen ick er uytsteyde. Het was op de pij geplackt, alleen het glas met cement bestreeken sijnde. Het sluijtte nu niet. Ick had het glas maer met de passer recht geset op dese looper en niet met het circel glas, soo dat het mischien om dat niet perfect recht en slondt, noch soo wat draeyde en affecteerde (en marge: 't glas recht te setten met het circelglas om te polijften). Ick hielp het met de handt, op dat het ontrent over alle sijden gelijk langhs de baen gaen soude. Met dese 2 baenen en het polijften in 2 wijten quam hier en daer een schrap in 't glas. Waer tegen mischien goedt soude sijn niet te sehrijven over de baen met de tripoli maer die met een seem leer of anders daer over te vrijven. want aldus niet soo licht van de sanden die in de tripoli sijn, op de baen souden blijven sitten. Ick geloof dat het oock goedt is het pourfil sijn te slijpen opdat geen stuckjes van 't glas in 't polijften af en breeken en schrabben maeken behalven dat dit oock apparent goedt is om de baen te conserveren voor het afslijten. Men kan oock met een voorlooper de baen eerst overgaen. Ick weet niet wel waerom de eerste sijde van t glas in 't polijften soo gelijk aen de kanten en in midden schoon wierdt, doch geloof dat om hier toe te geraecken goedt soude sijn het laetste op maeken van de schotel te doen met kleijn mouvement van de steenen, om dat, als men wijdt over de kanten schuijrt, de schotel eenighfins vlacker werdt als se was in 't slijpen; waer door in 't polijften de kanten van 't glas niet wel en komen te raeken. Daerom moet men liever soo veel als moghelijk is de schotel sien holder te maeken voor 't polijften. Men sagh in 't polijften van dit glas alwaerts in 't midden een bruijn plackje daer de tripoli dunder sat. Doch even wel in 't leste niet, soo dat dit oock al fuleken quaedt teyken niet en is als wij gemeent hadden. Het hadde geen rugghe, welcke te voorschijn komende is een seer quaedt teyken, doch geloof dat het buffels leer hier van dickwils d'oorfaeck geweest is, voornamelijk in dunachtige glafen. Ick geloof dat men met het veranderen van stoffe, seer groote glafen in schotels die weynigh groter waeren soude kunnen slijpen, nemende in 't eijnde stof die met een ander glas op een andere schotel sijn gellepen waer.

APPENDICE V

AUX MEMORIEN AENGAENDE HET SLIJPEN VAN GLASEN TOT
VERREKIJKERS.

[1692]¹⁾.

[Fig. 87]



Appliquer la forme à un arbre girant de cuivre [Fig. 87] qui fust mobile dans un creux quarré fiché dans une teste immobile sur le tour. Morceau de cuir épais entre le baston et la lentille, afin qu'elle s'applique mieux au creux de la forme en tournant.

On lit dans la figure: genou par une petite boule. cuir. lentille. forme.

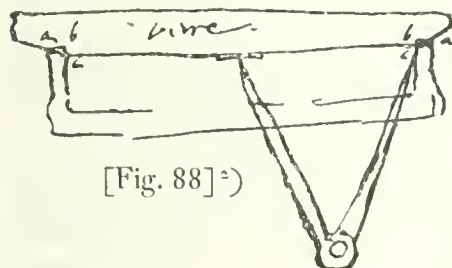
¹⁾ Manuscrit H, p. 51. Les p. 49 et 54 portent respectivement les dates du 16 mars et du 22 avril 1692.

APPENDICE VI

AUX MEMORIEN AENGAENDE HET SLIPEN VAN GLASEN TOT VERREKIJCKERS.

[1692]¹⁾.

Il feroit bon de faire en forte que le bord d'un verre de lunette qu'on doucit fut coupé perpendiculairement sur la surface de la forme, a fin de mieux doucir vers les bords. Car j'ay remarqué que quand nous travaillions des verres ou le pourfil avoit laiffé quelque endroit dont f'estoit levé un éclat fort mince, le verre ne se trouvoit pas bien douci à cet endroit du bord, mais on y appercevoit un peu de gris. Cela me fait croire que le contour ou pourfil du verre étant perpendiculaire sur la forme, il y entreroit plus difficilement des grains d'emeril plus grossiers que le reste de la matiere, qui autrement sont cassés sous les bords du verre et y gassent le douci plus que vers le milieu ou ils n'arrivent que desja cassés.



Pour cela, apres avoir fait le profil oblique a nostre ancienne maniere, on pourroit mettre le verre sur le tour, et avec la pointe de diamant faire l'entaille *abc* [Fig. 88] en forte que *cb* fut perpendiculaire a la surface. Ou avec un compas a pointe de diamant, car il faut si peu que rien. Ou avec un cercle de cuivre et de l'emeril.

¹⁾ Manuscrit H, p. 69. Les p. 60 et 75 portent respectivement les dates du 21 mai et du 16 juillet 1692.

²⁾ On lit dans la figure le mot verre.

APPENDICE VII

AUX MEMORIEN AENGAENDE HET SLIPEN VAN GLASEN TOT VERREKIJCKERS.

Les dates des lentilles conservées font voir, ce qui ressort aussi de la Correspondance et est en harmonie avec le fait que les Memorien furent rédigés en 1685, que ce fut surtout en 1683—1686 que les deux frères s'appliquèrent à la taille.

Ont-ils réussi à produire avec la nouvelle machine de 1683—1685 décrite dans les Memorien des verres supérieurs à ceux qu'ils fabriquaient auparavant?

Il semble bien qu'il faille répondre affirmativement à cette question.

Qu'on relise ce qui a été dit aux p. 23—25 du T. XV sur les trois objectifs de Constantyn conservés à Londres et portant les dates du 4 juin, du 26 juin et du 23 juillet 1686, le premier desquels a servi à James Pound pour observer au début du dix-huitième siècle, la première fois en 1718, les *cinq* satellites alors connus de Saturne, tandis que Christiaan en 1684 — voyez la p. 194 qui précède — n'en voyait que *trois*¹⁾. Les deux ouvrages cités à la p. 23 du T. XV, savoir l'„Oratio de fratribus Christiano atque Constantino Hugenio, artis Dioptricæ cultoribus” de 1838 de P. J. Uyenbroek et l'article „Iets over de kijkers van de gebroeders Christiaan en Constantijn Huijgens” de 1846 de F. Kaifer contiennent sur ces objectifs des détails que nous ne croyons pas nécessaire de reproduire dans le présent Appendice.

Nous nous contentons de citer ici le dernier des articles de Pound, celui de 1723, où il compare le télescope huguenien avec le nouveau télescope à réflexion de Hadley²⁾: „Mr. Bradley, the Savilian Professor of Astronomy, and myself, have compared Mr. Hadley's Telescope (in which the focal Length of the Object Metal is not quite 5 Feet and $\frac{1}{4}$) with the Hugonian Telescope, the focal Length of whose Object Glass is 123 Feet: And we find, that the former will bear such a Charge, as to make it magnify the Object as many Times as the latter with its due Charge: and that it represents Objects as distinct, though not altogether so clear and bright; which may be occasioned partly from the Difference of their Apertures (that of the Hugonian

¹⁾ Nous observons en passant que si Christiaan — qui observait en 1687 à la Haye, d'après la p. 193 qui précède, avec un objectif de plus de 200 pieds — avait vu les cinq satellites, en cette année ou plus tard, il aurait sans doute noté ce fait.

²⁾ Philosoph. Transactions N° 378 (juillet—août 1723), p. 382: „A letter from the Rev. Mr. James Pound to Dr. Jurin concerning Observations made with Mr. Hadley's Reflecting Telescope”. Cet article a été cité aussi à la p. 25 du T. XV.

being somewhat the larger) and partly from several little spots in the concave Surface of the Object Metal, which did not admit of a good Polish. Notwithstanding this Difference in the Brightness of the Objects, we were able, with this reflecting Telescope, to see *whatever we have hitherto discovered by the Hugenian* [nous foulignons]; particularly the Transits of Jupiter's Satellites, and their Shades, over the Disk of Jupiter; the black List in Saturn's Ring, and the Edge of the Shade of Saturn cast on his Ring. We have also seen with it several Times the 5 Satellites of Saturn".

Ce passage fait bien voir que même en 1723 on ne possédait en Angleterre aucun télescope supérieur à celui des Huygens³⁾.

Une feuille des „Chartæ astronomicæ”⁴⁾ fait voir qu'en 1722 on désirait dans le même pays avoir à sa disposition encore d'autres objectifs huguëniens: 't Gravefande, après avoir évalué en livres sterling les objectifs de différentes distances focales ajoute: „24^e Decembr. 1722. De Engelschen hebben teegens de Prijzen niet, maer wilden de Glaesen in Engelandt hebben om die te probeeren. 't geen goetdgevonden is hun te weigeren”, c.à.d. „Les Anglais n'ont pas d'objection contre les prix [36 livres pour les objectifs de 120 pieds et davantage], mais ils désiraient avoir les lentilles en Angleterre pour en faire l'essai, ce qu'on s'est accordé à leur refuser”.

Nous ne croyons pas devoir traiter dans le présent Appendice, comme cela a été fait au T. XV, des lentilles antérieures à 1683. Celle qui porte l'inscription „Chr. Hugenius f. ped. CXXIV, 5 Feb. 1686”⁵⁾ se trouve toujours à l'Observatoire d'Utrecht, mais les deux verres du Laboratoire de physique de l'Université d'Amsterdam, datés l'un le 30 mai 1683, l'autre le 25 octobre 1683, le premier signé par Christiaan, le deuxième par Constantijn⁶⁾, ont été transportés au „Nederlandsch Historisch Na-

³⁾ L'oculaire, tout aussi bien que l'objectif, avait été offert par eux à la Royal Society. Dans le Catalogue des Instruments de cette Société, cité par Uylensbroek, on lit:

N° 22. Huygens Aërial Telescope:

1. An objectglass of 122 feet focal length [signé C. (c. à. d. Constantyn) Huygens], with an eye-glass of 6 inches, and original apparatus for adjustment, made by Huygens and presented by him [il est question de Christiaan, mais il faudrait plutôt entendre Constantyn; voyez la note 24 de la p. 195 qui précède] to the Royal Society in 1691.
2. The apparatus for using Huygens's objectglass constructed by Hooke.
3. Additional apparatus, by Dr. Pound, presented by Dr. Bradley.
4. Ditto by Cavendish.

(Les N° 23 et 24 se rapportent aux objectifs huguëniens de 170 et de 210 pieds, offerts à la Société respectivement par Newton et par Gilbert Burnet, le dernier en 1724).

tuurwetenschappelijk Museum" de Leiden, où se trouvent maintenant aussi les autres lentilles huguésiennes conservées dans cette ville ⁴⁾). Une table contenue dans l'article de F. Kaifer cité plus haut donne leurs dates, leurs diamètres, leurs distances focales etc. L'auteur discute aussi e.a. la question de l'authenticité de celles d'entr'elles qui ne portent pas de signature. Les objectifs à grande distance focale n'ont d'ailleurs jamais été mis à l'épreuve — ce qui aujourd'hui n'aurait évidemment qu'un intérêt historique — comme cela fut fait jadis par Pound et d'autres en Angleterre.

Nous observons encore qu'en Angleterre on ne s'est peut-être pas servi, en employant le télescope sans tuyau, du „fil comparable à celui d'Ariadne" (p. 218) comme on l'a fait e.a. à Rome en se servant d'objectifs italiens (p. 236).

Robert Smith reproduit dans le troisième livre de son ouvrage de 1738 „A compleat system of opticks" (voyez le titre complet à la p. XLIV du T. XIII) une bonne partie des *Memorien* de Huygens en se basant sur le texte latin de 1903 des „*Opuscula postuma*" (la traduction de Boerhaave) et aussi sur la Manière de tailler et de polir les verres extraite de Huygens et d'autres auteurs par Samuel Molyneux, fils de William. Le livre de Smith ⁵⁾ fut traduit, avec des additions, dans plusieurs langues; en hollandais par „een liefhebber der wijskonst en natuurkunde" („Volkomen zamenstel der Optica of Gezigtkunde", Amsterdam, I. Tirion, 1753), en allemand par A. G. Kästner („Vollständiger Lehrbegriff der Optik", Altenburg, 1755), en français par L. P. Pezenas („Cours complet d'optique", Avignon, Vve Girard etc., Paris, Ch. A. Jombert etc. 1767). La traduction néerlandaise, pas plus que les autres, ne tient compte du manuscrit néerlandais de Huygens des „*Memorien*" ⁶⁾).

Sur la verrerie de Bois-le-Duc (p. 262 et 294) on peut consulter la p. 166 de notre T. IV.

⁴⁾ F. 142.

⁵⁾ T. XV, p. 25 — 26.

⁶⁾ T. XV, p. 26.

⁷⁾ Lesquelles en 1925 se trouvaient à l'Observatoire de Leiden (T. XV, p. 26).

⁸⁾ Qui contient aussi une bonne partie de l'„*Astroscopia compendiaria*".

⁹⁾ La même remarque, soit dit en passant, s'applique à la traduction néerlandaise dans le même livre (faite d'après le texte de Smith) d'une bonne partie du *Traité des Couronnes et des Parhélies* de Huygens (notre T. XVII): ici aussi on n'a pas songé à se servir de l'original néerlandais.

ASTRONOMICA VARIA 1680—1686



Avertissement.

Nous réunissons sous ce titre quelques brèves remarques de Huygens qui n'ont pas trouvé leur place dans le T. XV; et en outre une Pièce sur l'équation du temps et quelques autres sur certains passages de Mercure devant le soleil, auxquelles se rattachent une notice sur un passage de Vénus et une autre sur la parallaxe de Mars.

Equation du temps (Pièce II). Après ce qui a été dit sur ce sujet dans le T. XV, il ne nous semble pas nécessaire d'y revenir. Dans quel but Huygens a-t-il rédigé ces pages? L'hypothèse la plus probable n'est-elle pas celle que nous avons émise à la p. 129 qui précède, savoir qu'il se proposait vaguement d'écrire un jour un traité complet d'astronomie?

Passages de Mercure devant le soleil (Pièce III). Nous avons dit un mot à la p. 39 qui précède sur le passage de Mercure de 1677 que ni Huygens ni Römer ne purent voir à cause des nuages ¹⁾ mais qui fut observé par Gallet à Avignon, des résultats duquel Huygens eut connaissance ²⁾. La feuille séparée publiée aux p. 72—73 du T. XV se rapportait au passage de 1661, troisième passage observé, c.a. par Hevelius et par Huygens lui-même ³⁾. Les pages du Manuscrit F et la feuille des Chartae astro-

¹⁾ T. VIII, p. 41 et 46.

²⁾ T. VIII, p. 49.

³⁾ Voyez la note 14 de la p. 261 du T. XIX. Les deux premiers passages observés étaient ceux de 1631 par Gassendi à Paris et de 1651 par Shakerley aux Indes d'après la note 2 de la p. 72 du T. XV. Ce dernier n'est pas mentionné par Huygens qui n'en eut sans doute pas connaissance. Dans l'observation de 1661 Huygens regarda „seulement le disque du soleil à travers le telescope, sans le faire venir dans une chambre obscure (T. III, p. 280).

nomicae publiées ici contiennent des remarques à la fois sur l'observation de 1631 par Gassendi, discutée par Schickard, sur celle de 1661 par Hevelius, et sur celle de 1677 d'après Cassini commentant l'observation de Gallet.

Le but des observateurs tant de la seconde que de la première moitié du dix-septième siècle des passages de Mercure et de Vénus devant le soleil n'était pas, comme on pourrait le supposer, de déterminer des parallaxes, bien que J. Gregory dans son „Optica promota” de 1663 parle de cette possibilité⁴⁾. En 1666 Huygens appelle la parallaxe du soleil „inobservabilis”⁵⁾; voyez aussi sur ce sujet les dernières lignes de la p. 46 qui précède. Dans le „Systema Saturnium” de 1659 il avait, il est vrai, réussi à trouver pour la „mediocris Solis distantia” de la terre la valeur de 12543 diamètres terrestres ce qui est à fort peu près exact et correspond à une parallaxe solaire de 8',2⁶⁾. Mais cette exactitude était fortuite. Pour obtenir ce résultat Huygens n'avait mesuré aucune parallaxe; il avait déduit la grandeur du soleil par rapport à la terre, partant aussi sa distance à cette dernière, de l'hypothèse quelque peu hardie, mais nullement malheureuse, que le diamètre de la terre est la moyenne arithmétique de ceux de Vénus et de Mars⁷⁾. Il se bafait sur la plus ou moins grande „concininitas” du système solaire⁸⁾. Nous avons cru pouvoir traduire ce mot „concininitas” par „harmonie”.

Le père H. Fabri dans sa réplique de 1661 „Pro sua annotatione” dit non sans raison (en écrivant toutefois par mégarde un nombre erroné): „Quòd autem solis a terra distantiam 25429 terræ diametros complecti velis, quando id demonstraveris, Hugeni, nobis persuadebis”⁹⁾.

Le phénomène de la parallaxe est, il est vrai, mentionné dans la Pièce III, savoir dans la brochure de Schickard de 1632 cité dans le § 1, mais c'est seulement pour dire

4) Prop. 87. Problema. „Ex duorum planetarum conjunctione corporali, utriusque planetae parallaxes investigare” avec le Scholium: „Hoc problema pulcherrimum habet usum, sed forsan laboriosum, in observationibus Veneris, vel Mercurii particulam Solis obscurantis: ex talibus enim Solis parallaxis investigari poterit”.

5) T. XV, p. 378.

6) T. XV, p. 192.

7) Tandis qu'en réalité les diamètres de Vénus, de la Terre, et de Mars sont entr'eux comme les nombres 97, 100 et 54.

8) T. XV, l. 14 de la p. 347.

9) T. XV, note 9 de la p. 399.

qu'elle n'éloigne pas „notabiliter” la planète „à vero situ”. Voyez aussi la lettre du 22 août 1661 de Huygens à Hevelius ¹⁰⁾ où il dit que pour eux deux, l'un à Londres, l'autre à Dantzig, „parallaxeos differentiam nullam sensibilem intervenire existimo”.

Ce qui a porté Gassendi à faire son observation de 1631, que Schickard eût faite également si l'état du ciel l'eût permis, c'est — voyez la note 2 de la p. 319 — la lecture de la „Joannis Kepleri Mathemat. Caes. Admonitio ad curiosos rerum coelestium” de 1630 ¹¹⁾, où l'auteur ne parle des parallaxes qu'à la fin, disant (sans exhorter les astronomes à les mesurer): „Parallaxis diurna, si qua futura est, Solaris quadrupla erit in Venere, in Mercurio sescupla circiter. Atque ea utrobique adjuvat & prolongat suum phenomenon. Cum enim Septentrionalem Solis oram perstringat uterque Planeta, parallaxis eos in Austrum promovens, centro Solis propius admovebit”.

Les deux raisons pour lesquelles Kepler engage les astronomes à observer les passages des planètes sur le disque du soleil ¹²⁾ sont 1. la possibilité de mesurer leurs diamètres mieux qu'auparavant; il donne le conseil de les „applicatione tubi super papyro depingere” (comparez la note 3 de la p. 307 et aussi, p. 336, l'Appendice qui suit), comme le fit Gassendi. 2. la possibilité d'apporter des corrections aux temps et lieux des passages suivant les „Tabulæ Rudolphinæ” ou d'autres tables, surtout dans le cas de Mercure: „Etsi enim hic Mercurii sub Solem ingressus, frequentiores habet occasiones; tamen & majus aliquid, quàm in Venere, de fide calculi longitudinis, in dubio ponendum est: quia nos deficiunt observationes idoneæ, Planetâ ut plurimum latente sub Sole. Itaque calculi defectum circa copulas omnes, suppleat industria observandi singulas, quæ observari possunt”.

Comme on le voit dans la Pièce III, c'est surtout la position exacte des noeuds de l'orbite de Mercure passant devant le soleil aux heures indiquées par les horloges qui intéressait tant Huygens que les autres astronomes. Quant au diamètre apparent, il

¹⁰⁾ T. III, p. 313.

¹¹⁾ Ce fut l'année de sa mort. Nous citons l'„Admonitio” d'après la deuxième édition: „Joannis Kepleri Math. Caes. Admonitio ad Astronomos rerumque coelestium studiosos, de raris mirisque Anni 1631 phenomenon, Veneris puta et Mercurii in Solem incursu: Excerpta ex Ephemeride Anni 1631. & certo Authoris consilio huic præmissa, iterumque edita à Jacobo Bartschio”. Francofurti, ap. G. Tampachium, Anno MDCXXX.

¹²⁾ Kepler était d'avis qu'en 1639 Vénus ne se montrerait pas *sur le disque* du soleil, de sorte qu'après 1631 son premier passage aurait lieu en 1761. Ce fut pourtant sur le soleil que Horrox vit passer Vénus en 1639 (Pièce IV qui suit). Quant au passage de Vénus devant le soleil du 6 déc. 1631 prédit par Kepler et que Gassendi ne put voir, il eut lieu pour l'Europe, ce que Kepler n'avait pas prévu, avant le lever du soleil.

parut trop petit à Gassendi pour le pouvoir mesurer pendant le passage. Huygens, lui, n'en a jamais pris la mesure ¹³⁾, comme il le fit pour les autres planètes ¹⁴⁾. Pour Hevelius, la mesure du diamètre de Mercure pendant le passage était une chose fort importante à laquelle il s'appliqua; voyez p.e. les p. 181 et 310 de notre T. IV; dans son „*Mercurius in Sole visus Gedani*” de 1662 il écrit ¹⁵⁾: „constanter credidi, si adhuc semel Mercurius in Sole feliciter conspiceretur (ut annuente Divino numine nunc accedit) atque ejus corpusculum, in Solis disco, satis superque jam cognito, exquisitè notaretur, procul omni dubio genuina Mercurii corporis magnitudo, exactè omnino, remotâ omni suspicione, nobis innotesceret, etc.”

Dans son „*Venus in sole visa*” de 1639, publié, à la demande de Huygens, par Hevelius à la suite de son ouvrage cité de 1662, J. Horrox parle aussi de la possibilité de parvenir par cette observation à une connaissance plus profonde de l'orbite de Vénus (Hevelius écrit en marge, p. 112: „*Motus Veneris æqualis, hætenus nondum satis exploratus est*”) et de la grandeur de son diamètre apparent (Hevelius en marge, p. 113: „*Est res magni momenti Veneris diametrum apparentem rectè habere exploratam*”).

Les trois §§ de la Pièce III qui suit, d'ailleurs inédits, ne nous semblent pas, malgré l'application de Huygens, lui avoir fourni des connaissances bien certaines: au § 2 on le voit conduit à mettre en doute la thèse de Kepler que le noeud ascendant d'une planète, vue du soleil, diffère en longitude de 180°, en ne tenant pas compte de la petite variation annuelle, de son noeud descendant, autrement dit lui est „directe oppositus” ce qui équivaut à dire „*interfectionem plani orbitæ Mercurii, itemque aliorum planetarum, et plani Eclipticæ fieri in linea recta per solem transeuntem*”. Nous avons dit plus haut aux p. 124 et 132, qu'en 1682 Huygens n'était pas encore persuadé du mouvement elliptique des planètes, mais jugeait possible que leurs orbites sont des circonférences de cercle excentriques. Ici il envisage en outre la possibilité que les plans des orbites, pour autant qu'on peut parler de plans, ne se coupent pas exactement, ou à fort peu près, suivant des droites passant par le soleil. On constatera qu'en 1686 il avait abandonné cette idée ¹⁶⁾.

¹³⁾ T. XV, p. 30 et p. 376.

¹⁴⁾ T. XV, *Systema Saturnium*.

¹⁵⁾ P. 90.

¹⁶⁾ Note 10 de la. 350 p. qui suit.

Dans la Pièce V il est question de la mesure de la parallaxe de Mars par Cassini, tant — en 1672 — par la mesure simultanée, en deux endroits fort éloignés l'un de l'autre, de la position de la planète parmi les étoiles fixes, que — également en 1672 — par l'observation de Mars à Paris à diverses heures du même jour.

Dans la Pièce IX Huygens cite, ou plutôt croit citer, le „Systema mundi Copernicanum demonstratum” de P. Megerlin, professeur de mathématiques à l'université de Bâle. Il possédait ce livre d'après le Catalogue de vente de 1695¹⁷⁾; était-il relié avec d'autres écrits (du même auteur?)? Les titres des ouvrages de Megerlin¹⁸⁾ font connaître son désir d'établir des relations entre les données astronomiques, notamment les conjonctions des planètes, et les périodes des événements importants d'ici-bas. Ce dernier mot n'est d'ailleurs pas tout-à-fait correct, puisque, autrement que les astrologues du Moyen-âge et de la Renaissance — autrement aussi que Cassini qui est tychonien¹⁹⁾ — Megerlin est partisan du système héliocentrique. Indépendamment du passage cité par Huygens sur le „tempus mundi conditi” il est certain que Megerlin tenait à la chronologie biblique d'après laquelle, suivant beaucoup de théologiens et autres savants, tant chrétiens que juifs, la création du monde aurait eu lieu il y a quelques milliers d'années seulement²⁰⁾. Dans la Pièce suivante (§ 4 de la p.

¹⁷⁾ Libri miscellanei in duodecimo, 175. P. Megerlino [sic] Systema mundi [sans date]. Voyez la note 2 de la p. 334. Nous n'avons pas trouvé le passage cité dans cet ouvrage de Megerlin, ce qui nous amène à supposer qu'il a en réalité été tiré d'un autre écrit (du même auteur?).

¹⁸⁾ Note 2 de la p. 334.

¹⁹⁾ Il est vrai que Cassini dit que „les hypothèses des Coperniciens & des Tychoniciens — les seules reçues des Astronomes modernes — sont équivalentes”. Nous citons le Chap. XXXVI „La parallaxe du Soleil” des „Elemens de l'Astronomie verifiez par Monsieur Cassini par le rapport de ses Tables aux Observations de M. Richer faites en l'isle de Caïenne”. Voyez encore sur Cassini la note 12 de la p. 179 du T. XX.

Nous observons que Römer était également tychonien : comparez la note 9 de la p. 505 du T. XVIII.

²⁰⁾ Il est vrai que le Cap. IV des „Commentarii chronologici in tabulam mathematico-historicam etc.” de Megerlin est intitulé „De Epocha Mundi incerta”, mais en le lisant on voit qu'il ne s'agit ici que d'une incertitude minime : le deuxième alinéa du chapitre commence comme suit : „Mundum non extitisse ab aeterno, sapientiores etiam ex Ethnicis agnoverunt, inter quos tamen nonnulli principium ejus extenderunt ad multa seculorum millia; At ne sancta Dei Ecclesia in ejusmodi errore quoque hæreat, visum est Deo benignissimo per Moysen . . . etc.”

343) nous entendrons Huygens dire qu'il est permis de se demander, apparemment en dehors de toute idée biblique sur la création. „quid planetas ad solem adduxerit”²¹). Ici il croit devoir qualifier Megerlin de „auctor judicij haudquaquam exacti”²²).

²¹ Dans la Pars Tertia des „Principia Philosophiæ” de Descartes se trouve un chapitre CXIX intitulé: „Quomodo stella fixa mutetur in Cometam vel in Planetam”.

²² On trouvera aussi le nom de Megerlin dans l'ouvrage de 1941 „Geschichte der exakten Wissenschaften in der Schweizerischen Aufklärung (1680—1780)” par Eduard Fueter. H. R. Sauerländer & Co, Aarau—Leipzig. L'ouvrage de Fueter est le n° XII des „Veröffentlichungen der Schweizerischen Gesellschaft für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften” ou „Publications de la Société suisse d'histoire de la médecine et des sciences naturelles”.

ASTRONOMICA VARIA 1680—1686.

- I. PETIT POÈME DE HUYGENS EN SON PROPRE HONNEUR (DATE INCONNUE).
 - II. DE L'ÉQUATION DU TEMPS ¹⁾ (1680).
 - III. PASSAGES DE MERCURE DEVANT LE SOLEIL EN 1631 D'APRÈS GASSENDI ET SCHICKARD ²⁾, EN 1661 D'APRÈS HEVELIUS, EN 1677 D'APRÈS GALLET ET CASSINI (1681, 1682 . . .).
 - IV. PASSAGE DE VÉNUS DEVANT LE SOLEIL EN 1639 D'APRÈS HORROX (1682).
 - V. MESURE DE LA PARALLAXE DE MARS PAR CASSINI, ET REMARQUE DE CASSINI DE 1680 SUR LES DISTANCES DES PLANÈTES (1682).
 - VI. PETITESSE DU SOLEIL, ET DE LA TERRE, PAR RAPPORT AUX DIMENSIONS DU SYSTÈME SOLAIRE (1682).
 - VII. CONJONCTIONS DE PLANÈTES (1682).
 - VIII. DÉPLACEMENT DANS LE COURS DES SIÈCLES DU PÔLE DE L'ÉQUATEUR SUR LA VOÛTE CÉLESTE (SUIVANT MEGERLIN, D'APRÈS HUYGENS) ET CRITIQUE DE LA PENSÉE DE CET AUTEUR (1684, 1685 OU 1686).
 - IX. REMARQUE SUR LES GRANDEURS DIFFÉRENTES OU ÉGALES DE LA RÉFRACTION ATMOSPHÉRIQUE DANS LE CAS DE LA LUNE ET DU SOLEIL (1685 OU 1686).
-

¹⁾ C'est le titre que Huygens lui-même donne à cette Pièce.

²⁾ La citation de Schickard est précédée par une citation du même auteur sur les mérites de Kepler

ASTRONOMICA VARIA 1680—1686.

I').

[?]

Ad superas tendisse domos, divanque juvabit
Uranien studijs demeruisse meis.
Annulus in lento Saturni Sydere, et æquis
Hora mihi primùm currere iussa rotis
Ingenij vivent monumenta, inscriptaque coelo
Nomina victuri post mea fata canent ²⁾.

¹⁾ Chartæ astronomicæ, f. 127.

²⁾ Leçon alternative: *legend*. Leçon alternative du dernier vers: *Nomina longævo (ou venturo) tempore fama vehet*.

II.

DE L'ÉQUATION DU TEMPS.¹⁾

[1680]

Le temps de chaque jour naturel ou apparent, scavoir d'un midy à l'autre, est celuy d'une revolution entiere de l'equateur, par le meridien et de plus d'une partie de l'equateur qui passe le meridien en mesme temps que l'arc de l'ecliptique que le soleil a parcouru entre les deux midis.

Or cette partie de l'ecliptique estant tantost plus grande tantost plus petite a cause du mouvement inegal du soleil, et ayant des inclinaisons differentes à l'egard de l'equateur a cause de l'obliquité de l'ecliptique; il en arrive que cette partie de l'equateur qui passe le meridien ensemble avec la dite partie de l'ecliptique, est aussi de differente grandeur en different temps; et partant les jours naturels necessairement inegaux.

L'on a besoin dans les calculs d'astronomie de comparer ces jours inegaux avec des jours egaux de moyenne longueur, qui sont chacun d'une revolution entiere de l'equateur, et d'un arc du mesme de $59'8''$. scavoir egal au moyen mouvement journalier du soleil dans l'ecliptique. Et pour se figurer ces jours egaux, il faut s'imaginer un soleil qui partant du principe d'Aries en mesme instant que le vray soleil fait son tour annuel dans l'equateur, et cela d'un mouvement tousjours egal, qui seroit journellement de $59'8''$.

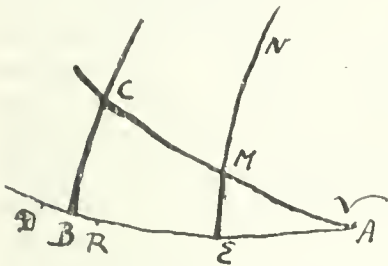
Une horloge tres juste estant une fois accordee à la mesure et à l'heure de ces jours moyens, marqueroit en suite tousjours midy, quand ce soleil imagine retourneroit au meridien, le veritable soleil ayant alors bien souvent desja passé le meridien, ou n'y estant pas encore arrivé. Et la difference peut aller en ce siecle ou nous sommes jusqu'à une demie heure et un peu d'avantage. Ce qui dans le calcul du mouvement de la lune sur tout est fort considerable, parce qu'en une demie heure elle fait un arc d'environ 15 minutes. Et il ne faut pas esperer de pouvoir jamais trouver la veritable theorie de cette planete si on n'emploie au calcul de son mouvement la veritable equation du temps. En quoy presque tous les astronomes et mesme les plus habiles ont failly qui se fatiguoient en vain à forger des epicycles les uns sur les autres, pour représenter l'irregularité du cours lunaire; Tycho Brahe ayant osé introduire une equation de

¹⁾ La Pièce est empruntée aux p. 27—30 du Manuscrit F. La p. 39 porte la date du 16 novembre 1680.

temps particuliere pour la lune, differente de celle qu'il établissoit pour les autres planetes, ce qui est tres absurde.

Pour bien comprendre donc en quoy consiste l'equation du temps, concevons une horloge ajustée, comme il a esté dit, à la moyenne mesure des jours. ce que j'ay montré comme il se fait par le moyen des estoiles fixes.

[Fig. 89]



Soit maintenant [Fig. 89] AB l'equateur, AC l'ecliptique, A leur intersection ou le principe d'Aries. ME un meridien fixe sous lequel passent les degrez des dits cercles par le mouvement journalier, du costé B vers A. Soit donné un espace de temps apparent, par exemple depuis le midy du 10 avril 1680 jusqu'au midy du 12^e Juin de la mesme année; et que l'on veuille scavoir combien il s'est ecoulé de temps egal dans cet espace. Ou bien en prenant pour Epo-

que ou commencement commun du temps apparent et de l'egal le midy du 10 Avril, qu'il faille reduire le moment du midy apparent du 12 Juin au temps egal. Il s'agit en tout cela de scavoir, lors qu'on aura accordé l'horloge fufdit avec le soleil, au midy du 10 avril, quelle heure il marquera lors que le soleil sera au midy le 12^e Juin.

Soit M le lieu du soleil dans l'ecliptique au midy du 10 avril. C le lieu du soleil au midy du 12^e juin, et l'ascension droite de C soit B. Et parce que l'horloge commence du mesme midy du 10 avril, concevons que le soleil imaginaire de l'Equateur commence alors d'aller depuis E, ascension droite du soleil en M. Il faudroit maintenant scavoir la quantité de l'arc ED, que je suppose que le soleil imaginaire a fait dans l'intervalle donné, c'est a dire dans le temps que le vrai soleil est venu de M en C, car alors je diray que C étant parvenu (par le mouvement qu'on appelle du premier mobile) au meridien fixe NME, et en mesme temps le point B; le point D ou soleil imaginaire, en cas que l'arc ED soit plus grand que EB, aura encore besoin du temps qu'il faut pour passer l'arc BD, pour venir au meridien. Prenez qu'il faille 5 minutes, donc au midy apparent du 12^e Juin, il sera encore 5 minutes devant midy a l'horloge. Et ainsi l'on voit que, quand BE, difference des ascensions droites des lieux du soleil aux deux termes du temps apparent donné, est plus petit que l'arc ED, qui est le mouvement egal qui convient a l'intervalle du mesme temps apparent; il faut oster du temps apparent autant qu'il en convient a l'excès de l'arc DE sur BE, pour avoir le point du temps egal, ou l'heure de l'horloge. Et au contraire si l'arc ED eust esté plus petit que BE. Tout cecy est fort connu des astronomes, et c'est la dessus qu'est fondée la regle des Anciens ²⁾, qui est: Pour reduire le temps apparent au temps egal, ayez

²⁾ On trouve cette règle, énoncée un peu plus sommairement, vers la fin du troisième livre de l'Almageste de Ptolémée. Et aussi dans l'alinéa ou „sectio” du livre 3 de la première partie du Nouvel Almageste de Riccioli que Huygens cite un peu plus loin.

pour les deux extremitéz du temps apparent donnè le lieu moyen et le veritable du soleil, et l'ascension droite du veritable lieu. Puis prenez la difference des lieux moyens, ostant tousjours le premier en date du dernier; et adjoutant 360 degrez quand le dernier est de moins de degrez que le premier. Prenez de mesme la difference des ascensions droites, et conferez entre elles ces 2 differences. qui si elles sont egales, il n'y a point d'equation a faire, mais 1. si la difference des ascensions droites est plus grande que la difference des lieux moyens, alors il faut adjouter l'exces converti en temps, au temps apparent, pour avoir le temps egal. 2. Mais si la difference des ascensions droites est plus petite que la difference des lieux moyens, il faut soustraire ce qui defaut converti en temps, du temps apparent pour avoir le temps egal. Que s'il faut reduire le temps egal au temps apparent (comme le temps d'une Eclipsé calculée par les tables, au temps apparent qu'elle fera observee) 3. la regle alors est, que la difference des ascensions droites estant plus grande que la difference des lieux moyens, l'on doit soustraire l'exces, converti en temps, du temps moyen, pour avoir le temps apparent, car alors R arrivera au meridian NME quand B ne sera pas encore en ce meridian, et partant l'heure de l'horloge plus avancée que celle du veritable soleil. 4. Mais si la difference des ascensions droites est plus petite que la difference des lieux moyens; il faut adjouter l'exces, converti en temps, au temps egal, pour avoir le temps apparent. Ce sont la les veritables regles, et il faut bien prendre garde quand on en a besoin de ne pas s'y abuser, en adjoutant ce qu'il faut soustraire, ou au contraire.

De constituendis Epochis Tabularum duæ sunt auctorum sententiæ. Alij enim ad Tempus apparens eas referunt ut Alphonsini, Ptolemæus, Copernicus. Alij ad Tempus æquale sive medium ut vocant, in quibus Tycho, Longomontanus, Lansbergius, Keplerus, Bullialdus ³⁾ &c. Itemque Ricciolus, ut patet ex ijs quæ scribit Almag. parte 1. lib. 3. cap. 33. sect. 3 ⁴⁾. In exemplo suo errat in computando temporis intervallo ab observatione ad finem anni. Sed recte intelligit pag. 256 ejusdem partis ⁵⁾ ubi Epocham Lunaris Longitudinis constituit. Ipsa vero methodus ipsius omniumque qui ad tempus medium Epochas accommodant prorsus erronea est. Copernicus autem recte suam Lunæ Epocham constituit, credo Ptolemæum secutus. Et hæc sola vera est ratio.

³⁾ Voyez sur Tycho Brahé, Kepler et Boulliau les p. 523—524 du T. XV. Consultez aussi la note 18 de la p. 33 qui précède.

⁴⁾ Comparez sur ce passage la note 2 qui précède. Riccioli y cite les noms de tous les astronomes qu'on vient de lire dans le texte.

⁵⁾ Lib. 4. cap. 24. „De Constituendis Epochis Lunarium Motuum”.

III.

PASSAGES DE MERCURE DEVANT LE SOLEIL EN 1631 D'APRÈS GASSENDI ET SCHICKARD, EN 1661 D'APRÈS HEVELIUS, EN 1677 D'APRÈS GALLET ET CASSINI.

[1681, 1682 . .]

§ 1¹⁾. *Ex W. Schickardo. De Mercurio in Sole viso anno 1631, 7 Nov. St. Novo*²⁾.

De Keplero loquens et ³⁾ quid in Mercurio primus præstiterit egregium ac singulare. 1°. Ellipticum iter indagavit, cujus causa Epicyclus prius falso credebatur augeri et minui. 2°. Orbitam illam circa verum solem, velut cor mundi, ordinavit, quam omnes alij referunt ad medium ejus locum, quod punctum est merè imaginarium, nullo signo naturali discriminatum, adeoque docendi saltem gratia confectum. 3°. Bisectionem excentricitatis ingeniosè animadvertit, quæ nos à multa irregularitate liberat ⁴⁾.

¹⁾ Le § 1 est emprunté aux p. 75—79 du Manuserit F. Les p. 55 et 101 portent respectivement les dates du 16 février 1681 et du 8 février 1682.

²⁾ Le titre de la brochure de W. Schickard citée par Huygens est le suivant: „W. Schickardi Pars Responsi ad Epistolas P. Gassendi Insignis Philosophi Galli de Mercurio sub sole viso, & alijs Novitatibus Uranicis. Quod Astronomiæ felix faustumque sit!” Tubingæ, Typis Th. Werlini: Impensis Ph. Brunnl, Anno 1632 mense Augusto. Voyez sur Schickard (1592—1635) la note 11 de la p. 251 du T. IV.

Les épîtres de Gassendi sont intitulées: „Mercurius in Sole visus, et Venus invisâ Parisiis [voyez sur ce dernier sujet la note 12 de la p. 309] Anno 1631. Pro voto, & Admonitione Keppleri [voyez notre Avertissement]. Per Petrum Gassendum, cujus heic sunt ea de re Epistolæ Duæ cum Observatis quibusdam alijs”. Parisiis, Sumptibus Seb. Cramoisy, viâ Iacobæâ, sub Ciconiis. MDCXXXII. La première épître est dédiée „Prælaro, & amico viro Willelmo Schickardo, in Academia Tubingensi Professori Hebraico”.

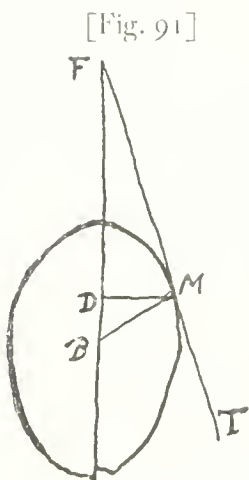
³⁾ Ce qui suit (premier alinéa) est une citation littérale (ou à fort peu près littérale) de la p. 24 de la brochure de Schickard. Huygens souligne quelques mots. Seule la remarque finale, écrite en marge, est de lui.

⁴⁾ Ceci se rapporte au soleil. A la p. 330 de son „Ad Vitellionem paralipomena, quibus astronomiæ pars optica traditur” de 1604 Kepler écrit: „Deprehensus . . . est à me primò, per subtilem observationem diametri visibilis . . . Solem dimidio solùm spatio eius Eccentricitatis quod illi ab Albategnio & Tyehone tribuitur, à nobis recedere”. Anciennement on pensait que la distance du soleil à la terre est inversement proportionnelle à la vitesse de son mouvement apparent.

4°. Nodos ab absidibus merito removit, quorum combinatio latitudini tot peperit errores⁵⁾. *Inclinationem fixam et uniformi angulo constantem* introduxit, quæ simplicitati naturæ magis est consentanea. — En marge: Sed cujusnam plani respectu? Nam non magis planum Eclipticæ idem manet respectu fixarum, quam planum orbitarum in quibus singuli planetarum reliquorum⁶⁾.

Reprehendit vero in eodem Keplero 7) 1°. quod Mensura Orbitæ non est præcise tanta. 2°. quod aphelij locus aliquantum a vero absit. 3°. nodi pauxillum exorbitant. 4°. Haud recte judicat planetæ situm in Ellipsi ex orthogonali contactus. Quod postremum pseudographema nemini animadversum, quia fons est aliorum, inde procul dubio scaturierunt etiam errores æquationum. Tradidit illud Astronomiæ Copernicanæ lib. 6. fol. 760, afferens in elongationibus maximis lineam ex centro B in planetam M [Fig. 91] esse orthogonalem ad visivam TM, et angulum BMT rectum⁸⁾. ideoque incidere BM in \square locum Zodiaci $\tau\omicron\upsilon$ TM, sive tribus signis inde distantem; sic exui planetam inæqualitate secunda⁹⁾. Ego autem nego angulum TMB rectum esse &c.

Les Fig. 91, 92 et 93 de Huygens correspondent à celles de Schickard.



5) A la p. 31 de sa brochure Schickard parle — voyez la p. 322 qui suit — de „Tycho & Longomontanus, qui nodos Apsidi jungunt” ce qui conduit à de grandes erreurs.

6) C’est à bon droit que Huygens se demande avec quel plan celui de l’orbite d’une planète pourrait bien faire un angle absolument constant. C’est seulement depuis Laplace qu’on connaît dans les systèmes planétaires un plan invariable; mais il n’est pas question d’une constance absolue des angles des plans des planètes avec ce plan-là.

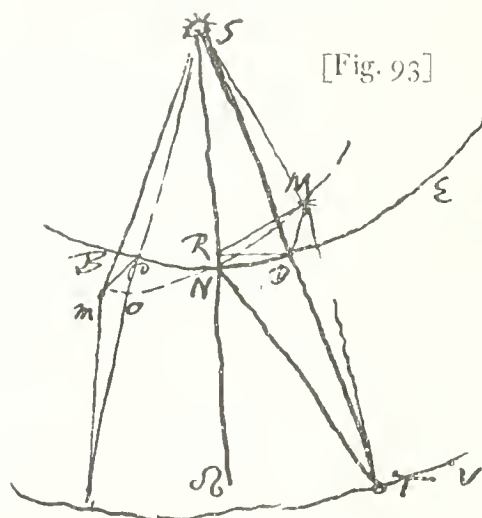
7) Ce deuxième alinéa est emprunté aux p. 24 et 25 de la même brochure. Huygens omet une des objections de Schickard, et la citation est au début un peu moins littérale que la précédente. — Schickard prouve longuement, d’après Apollonius, que dans la Fig. 91 MB n’est pas normale à l’ellipse lorsque B est le centre.

8) C’est ce qu’on trouve en effet à l’endroit indiqué (édition de 1635).

9) D’après la p. 758 de l’„Astronomia Copernicana” l’„inæqualitas prior” résulte du fait que la planète se meut dans une courbe excentrique par rapport au soleil, tandis que l’„inæqualitas secunda” est due au fait qu’on ne regarde pas la planète du soleil, mais de la terre; or, lorsqu’on sait — ou croit savoir — que la longitude de la planète vue de la terre diffère précisément de 90° de celle vue du soleil, il est évident qu’il n’y a plus d’incertitude de ce chef.

Pro inveniendi loco nodi vero, seu ex sole spectato ¹⁾.

EDB [Fig. 93] eclipticæ portio. S Sol. T terra. ONM orbita ☿. N nodus.



[Fig. 93]

TS est 98859 qualium semidiameter orbis magni 100000. Ex eo nempe quod conjunctio incidit in 7 Nov. h. 9. $2\frac{1}{2}$. SM distantia inter solem et ☿ ex Rudolphinis 31338. Unde TD 67521 proximè. Ang. TDM rectus. Ang. DTM observatæ latitudinis est $6'20''$. Hinc latus erectum DM 124. In triangulo DRM rectus est D. et MRD $6^\circ.54'$ quanta Keplero est planorum orbitæ Eclipticæ inclinatio. Ergo DR 1025. In triangulo SDR latus SD erat 31338. Ang. R rectus. Hinc ang. ad solem DSR $1.52'$ qui differentiam ostendit inter loca ☿ et nodi. Cum igitur planeta emigrans fuerit repta in $14.29'm$, cui, reductione ad

eclipticam, punctum D respondet adeoque terra, ex sole *intuendo per lineam ST*, versata sit in 14.29 oppositi \times [en marge: at ex centro \odot erat terra in $14.43'$]: paret lineam SN, quæ plana eclipticæ et orbis Mercurialis connectit, incidere in $12^\circ.37'8$, aut potius, ut scrupulose agamus, quia punctum D non in medio, sed in ora solis deprehensum, ab ejus centro distat $14'$ [en marge: locus enim ☿ M ex solis S centro spectatus fuit magis versus V quam e limbo apparuisset unde emigrare videbatur]; cadet linea SN tanto posterius, nempe in $12^\circ.51'8$. adeoque verus nodus \oslash directe spectatus contra solem, referendus erit ad $12^\circ.51'$ oppositi m (quamvis oblique visus ex T possit in alio quovis gradu apparere) quod sic reperisse fuit operæ pretium. Keplero in $13.9'8$. Tycho et Longomontano, qui nodos apfidi jungunt, in $1.38'$. ut totis 18 gr. et $47'$ a vero aberrant [chez Schickard: aberrant].

En marge: $\begin{array}{r} 1.52 \\ 14 \\ \hline 1.38 \end{array}$ $\begin{array}{r} 12.51 \\ 1.38 \\ \hline 14.29 \times \text{locus } \odot. \end{array}$

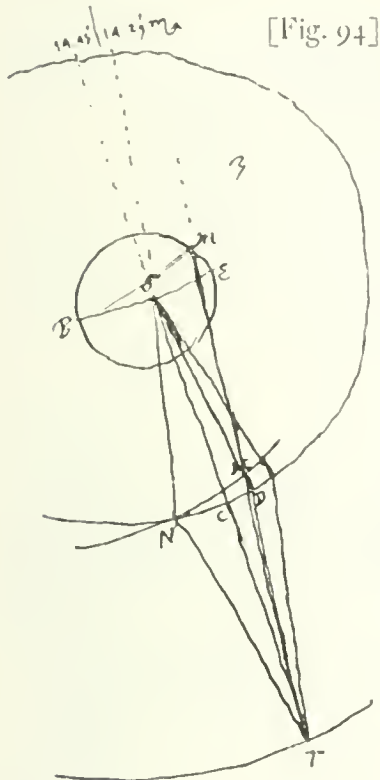
¹⁾ Ce qui suit est emprunté en majeure partie aux p. 30—31 de Schickard. Toutefois, au début, Huygens ne copie pas le texte. Schickard écrit que „dato tempore” la distance de Mercure au soleil est 31338 d'après les „Rudolphinæ”, mais c'est Huygens qui dit que cette distance se conclut „ex eo quod conjunctio incidit in 7 Nov. h. 9. $2\frac{1}{2}$ ” tandis que — comme on le trouve un peu plus bas — Gassendi prit 7 h. $58''$ comme le „verum tempus conjunctionis” et que Schickard, d'après son calcul à lui, prend 8 h. $4'$.

Kepler avait prédit dans son „Ephemeris Anni 1631” que la conjonction aurait lieu le 7 Nov. 1631 „horà paulò plus unà post meridiem”.

En marge: Cognito DTN angulo, suffecisset facere ut distantia SD ad DT ita angulum DTN ad angulum DSN: adeo ut non opus habeamus tot triangulorum supputatione.

$$\text{En marge: } \begin{array}{ccc} \text{SD} & \text{TD} & \angle \text{DTN} \\ 31338 & 67521 & 52'20'' \end{array} / \begin{array}{c} 1^{\circ}52'45'' \\ \angle \text{DSN} \end{array}$$

1631. Verum tempus conjunctionis hora 8, min. 4 ante meridiem Lutetiae Par. secundum Schickardum. Gassendo hor. 7.58'.



Erravit Schickardus in his, nec recte rationem inijt. Erat enim ipsi Terra ex centro \odot in $14.43'8''$ &c. ut in schemate pag. sequentis [Fig. 94]. Recta SD non transit per M. MD est recta perpendicularis in planum eclipticæ vel potius arcus circuli magni $6\frac{1}{2}$ min. qui circulus fit eclipticæ circulo ad rectos angulos.

$$\begin{array}{r} 14.29' m \\ 14' \end{array}$$

secundum Schick. $14.43' m$ centrum \odot emigrante ☿ ex disco \odot . BE sol, S centrum ejus. M locus Mercurij. D locus reductus ad Eclipticam. SD, DT sunt lineæ rectæ. T terra.

$$\begin{array}{ccc} \text{SD} & \text{TD} & \angle \text{DTC} / \angle \text{DSC} \\ 31338 & 67521 & 14' / 30'10'' \end{array}$$

$1.52'.45'' \angle \text{DSN}$ inventus pag. præced. [voyez une des remarques marginales qui précèdent]

$$\begin{array}{r} 30.10 \\ 1.22.35 \end{array} \angle \text{DSC}$$

$$\begin{array}{r} 1.22.35 \\ 14.43.08 \end{array} \angle \text{CSN}$$

$$14.43.08 \text{ locus terræ ex Sole}$$

observatio Gassendi 1631 7 Nov. $13.20.25''$ locus nodi N ex centro \odot quem Schick.male collegit in $12.51''$.

observatio Gallet 1677 7 Nov. $14.23.27''$ ex calculo meo [nous ne trouvons pas ce calcul; dans notre § 2 qui fuit Huygens écrit „14.24'' secundum Cassinum atque etiam ex meo calculo”]

$$1.3.2 \text{ motus Nodi Borealis in annis 46.}$$

Convenit cum Cassino [qui trouve $63'$ ou $64'$]. Sed is non vere dicit locum nodi (ponens Boreum Austrino oppositum) ab observatione Hevelij ad obser-

hoc est 14.22' Scorpjij nodus ☿ Mercurij ex Sole. Hevelio 14°.16'.42.
 12°.49'.48" / 1600³⁾ TS 101058 SM 45792 s.
 1° 44. 49 à 60 compl. fit TD proxime 55266
 35 4 menses. intervallum SM ☉ et ☿ 45792
 14. 35. 22 / aphelium ☿ Angulus MTD ex observatione 4°.27'.MD 72.
 13. 37. 0 m ∠ MRD 6.54' inclinatio orbis ☿.
 30. 58. 22 4).

§ 2⁵⁾. 12°51'8" ☿ Mercurij anno 1631. 7 Nov. St. nov. hor. 9.2'¹/₂. Ex Schickardo
 ad observationem Gassendi.

41'12" in annis 29 ex Rudolfinis
 0.42" in 6 mensibus
 13.32.54 8. ☿ Mercurij 1661. 3 maj. 1661. 3 Maj.
 28.25 in annis 20 ex Rudolfinis 1631. 7 Nov.
 56 in 8 mensibus 29. 6 menses

14. 2.15 8 nodus ☿ Mercurij 1682 1 Jan.
 13°.32'54" 8 Mercurij ☿ anno 1661.3 maj. ex motu
 Rudolfin.
 debebat esse 14. 22 secundum locum ex observatione Hevelij a
 nobis collectum
 49' differentia

Observante Gassendo Mercurium in Sole, erat nodus ascendens ex sole visus in 13°20'8" [d'après le calcul de Huygens à la fin du § 1 qui précède]. Ergo tunc nodus descendens, ex sole, in 13°.20' m si directe opponuntur. Rursus observante Hevelio Mercurium in Sole annis interjectis 29¹/₂ erat nodus descendens in 14°22' m nempe ex sole spectatus. etsi ipse male ponat in 14.16'.42".

Ergo, in annis 29¹/₂, motus nodi descendens fuisse 1°2'. qui motus ex Tabulis Rudolfinis tantum est 41'.54".

Ergo motus verus nodorum ☿ esset sesquialtero fere celerior quam secundum tab. Rudolfinas. quod non intelligo qui fieri possit.

³⁾ Longitude de l'aphélie de Mercure, vu du soleil, en 1600 d'après les „Tabulæ Rudolphinæ”. Huygens en tire d'après les mêmes tables la longitude de l'aphélie 60¹/₃ ans plus tard, donc pour le 1 ou plutôt le 3 mai 1661.

⁴⁾ En prenant la différence des longitudes de l'aphélie de Mercure, vu du soleil, et de Mercure lui-même, également vu du soleil, l'un et l'autre au moment de la vraie conjonction du 3 mai 1661, on obtient évidemment l'intervalle de ce moment, vu du soleil, entre l'aphélie de Mercure et Mercure lui-même.

⁵⁾ Le § 2 est emprunté à la p. 99 du Manuscrit F. Voyez sur la date la note 1 de la p. 319 qui précède.

Videtur in dubium revocandum illud Kepleri adsumptum, nodum ascendentem descendenti directe oppositum esse, sive intersectionem plani orbitæ Mercurij (itemque aliorum planetarum) et plani Eclipticæ fieri in linea recta per solem transeuntem ⁶⁾. Hæc sane positio nihil habet veri, liquidem progredientibus continue nodis nullum est revera planum orbitæ planetariæ. Via enim planetæ est linea quæ nunquam in se ipsam redit. Unde jam liquet non recte hoc fuisse positum, quod dixi observante Gassendo, cum nodus ascendens ♁ esset in $13^{\circ}.20' \text{ } \text{♁}$, nodum proinde descendentem fuisse in $13.20' \text{ } \text{♁}$.

Rectius ergo motum nodorum ♁ investigabimus conferendo observationem novissimam in sole conspecti, quæ fuit mense Nov. 1677 die 7 hor. 12. 39'. 14", cum illa Gassendi quæ item mense Novembri die 7 contigit cum in utraque ♁ fuerit circa nodum ascendentem.

Necesse esset in tabulis Epochas poni etiam nodorum descendentium quia, si sumamus opponi ipsos nodis ascendentibus, falsa est positio; neque recte hinc locus loci [lisez nodi] descendentis colligetur.

Ex observatione illa anni 1677 ⁷⁾, colligitur locus nodi ascendentis secundum Cassinum atque etiam ex meo calculo [ceci se rapporte sans doute au calcul par lequel notre présent § 2 se termine] in $14.24 \text{ } \text{♁}$, dicit enim in annis 46 qui sunt ab observatione Gassendi ad hanc, progressum esse nodum $63'$ vel $64'$. Erat autem in illa Gassendi in $13.20' \text{ } \text{♁}$, nam Schickardus erravit ponens $12^{\circ}51' \text{ } \text{♁}$, at in observatione Hevelij erat nodus descendentis jam in $14.22' \text{ } \text{♁}$. Ergo processisset tantum $2'$ in annis 16 nodus ascendens si ponatur semper directe oppositus nodo descendenti.

En marge:	inclinatio	minima distantia
	♁ orbis	♁ a centro \odot
	sin $6^{\circ}.54$ — rad. —	$4'.7\frac{1}{2}$ / . . .
	12014 — 100000 —	$24.7\frac{1}{2}$ / 2060 . . $34'20''$ a centro \odot ad ♁ apparentem

⁶⁾ Comparez au § 3 qui suit ce que disait Cassini dans son article de déc. 1677 du „Journal des Sçavans”.

⁷⁾ Nous observons en passant que le passage de 1677 de Mercure devant le soleil fut aussi observé par Halley à Sainte-Hélène.

$$15^{\circ}.38'.27'' \text{ in locus } \odot$$

$$34.20$$

$$15.4.7 \text{ in locus nodi apparentis}$$

$$1.13'.58'' \text{ distantia } \oslash \text{ a terra ex sole}$$

$$15.38.27 \text{ } \oslash \text{ terræ locus}$$

$$1677. \text{ locus } \oslash \text{ ex sole } 14.24'.29''$$

$$\text{locus } \oslash \text{ in observatione Gassendi } 1631 \text{ } 13.20.15$$

$$1^{\circ}.4'.14'' \text{ motus } \oslash \text{ in } 46 \text{ annis}$$

[ces 64' correspondent en effet aux 63' ou 64' de Cassini. Le calcul de la p. 323 donnait $1^{\circ} 3' 2''$ au lieu de $1^{\circ} 4' 14''$ ce qui fait peu de différence].

§ 3⁸⁾. ♀ in \odot 1677. 7 Nov. 12 h. 39'. 14" vera conjunctio Avenione [c. a. d. à Avignon]⁹⁾.

Distantia minima ♀ a centro \odot 4'. 7". 30' hora 0.35'. 50". Tunc latitudo ♀ borea ascendens 3'. 55". longitudo in $15^{\circ}.38'.27''$. Emeritio 3 h. 26'. 56'.

Ex Heckero¹⁰⁾ 15.38.11

Differentia ab observata
[conjunctiōne]

Ex Rudolf. Reinerij¹¹⁾ 7 d. 8 h. 3' 7 h. 24' Exc.

Ex calculis Heckeri 7. 6. 9 5. 9. Exc.

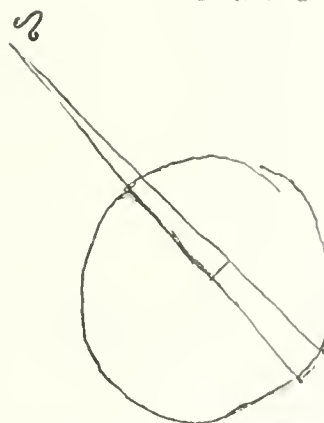
Bullialdi 7. 4. 18 3. 39. Exc.

Ricciolii 7. 8. 17. 7. 38. Exc.

Huygens omet la citation des Tables de Lansbergen qui donnent un „defectus” de 23 h. 27'.

5 h. 35' tempus transitus secundum Gallet.

[Fig. 96]



⁸⁾ Le § 3 est emprunté à la f. 210—211 des Chartæ astronomicæ. Vu l'identité du calcul final avec celui du § 2, la date de la feuille ne diffère probablement pas beaucoup de 1682.

⁹⁾ Le temps de la conjonction, et toutes les autres données qui suivent, sont empruntés au „Journal des Sçavans” T. V, de l'an 1677. L'article de Gallet se trouve dans le n° du 20 décembre de cette année. Il est intitulé „Mercurius sub Sole visus Avenione die 7 Novembris 1677. Observante Joan. Car. Gallet I.V.D. Præposito S. Symphoriani Avenionensis”. Il est suivi par les „Reflexions de M. Cassini sur les observations de Mercure dans le Soleil”.

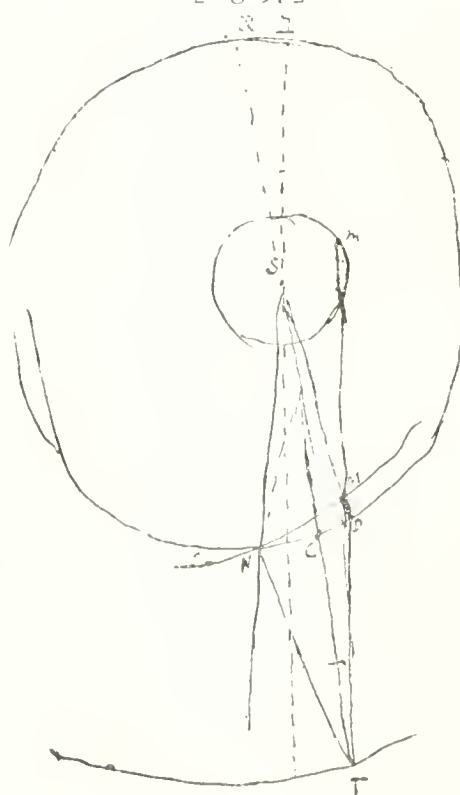
¹⁰⁾ Joh. Hecker, „Ephemerides motuum cœlestium ab 1666 ad 1680, ex observationibus correctis Tychonis Brahe et Io. Kepleri hypothesibus physicis etc.” Gedani 1662, Paris 1666. „Supplementum ephemeridum” Gedani 1670. „Tractatus de Mercurio in Sole viso etc.” Gedani 1672.

¹¹⁾ Vincenzo Renieri ou Reinerius: „Tabulæ Medicæ universales, quibus post unicum postaphereseon orbis canonem, planetarum calculus exhibetur, juxta Rudolphinas, Danicas, Lansbergianas, Prutenicas, Alphonsinas et Ptolemaicas”. Florentiæ 1639.

Nodus Borealis [Fig. 96] ab anno 1631 Cassendo observatus ad hunc annum 1677 processit 63 vel 64 min. ut Cassinus colligit, scilicet spatio 46 annorum, exacte fati ut Tabulae Rudolfinæ quæ etiam conveniunt in tempore Epochæ nodorum ¹²⁾.

Sed in Hevelij observatione 1661. 3 Maj. invenit Cassinus nodum australem *promotior* quam in hac observatione anni 1677 (en marge: non est proejectior, nam Hevelio est in 14.22' m. et in hac 14.24' 8). de sorte (ait) *que les* (en marge: scribendum puto *que si les*) noeuds de Mercure a l'égard du soleil sont opposez precisement l'un a l'autre, il paroît qu'ils ont retrogradé depuis l'an 1661, comme font ceux de la lune, et que par conséquent leur mouvement est tantost direct tantost retrograde. Que si leur mouvement est uniforme il s'ensuit que la ligne des noeuds de ♄ ne passe pas par le centre du ☉. mais que elle en est éloignée vers le limite septentrional environ $\frac{1}{200}$ du rayon de l'orbe de ♄.

[Fig. 97]



Oportet igitur Cassinum male collegisse locum utrumque hujus nodi in observatione Cassendi et hac. Nam distantiam recte ponit 63 vel 64 min. Vel tantum errasse in loco observationis Hevelianæ.

Ad Hevelij observationem ♄ in ☉. Ut constaret angulum apparentem orbitæ ♄ cum Ecliptica [Fig. 96] æquari Inclinationi ♄ scilicet 6'.54".

S2 [Fig. 97] parallela TAM. 2 est locus Mercurij (exeuntis è Sole) in Ecliptica nempe 14°. 29' m. ∠ DTC est 14'. DCS8 [lisez TCS8] est linea recta. Ergo 8 locus solis in Ecliptica est ulterior quam 2 istis 14'. adeoque in 14.43 m. unde locus terræ ex sole in 14.43' 8.

14°29' m

14'

14°43' m ☉ centrum emigrante ♄

[comparez la p. 323].

SD

TD

31338 — 67521 14/30 ∠ DSC

¹²⁾ Ceci, et tout ce qui suit, se trouve en effet dans l'article de Cassini cité dans la note 9 qui précède.

	$1.52'.45''$	\angle DSN	
	30	\angle DSC	
			[calcul presque identique à celui du § 2, p. 323]
	$1.22.45$	\angle CSN	
	$14.43.0$	γ	
		locus terræ ex centro \odot	
1631 observatione Gaffendi	$13.20.15$	locus nodi N ex centro \odot . quem Schickardus male collegit in 12.51 γ non bona methodo usus.	
locus Ω 1677	$14.23.27$		
motus Ω γ	$1.3.12$	convenit cum Cassini.	
	$1.5'.22''$	motus nodi in 46 annis secundum Keplerum Rudolfinis.	
	$0.2'.10''$	differentia.	

IV.

PASSAGE DE VÉNUS DEVANT LE SOLEIL EN 1639 D'APRÈS HORROX.

[1682].

À la p. 131 du Manuscrit F Huygens rappelle que ♀ in Sole observata ab Horroxio anno 1639, 24 Nov. fl. vet. hora 6.46 sub meridiano Uraniburgico quo tempore conjunctionem centrorum ☉ et ♀ colligit contigisse. nam observatio peracta hora 3.15 Liverpooliæ in Anglia¹⁾. En 1695, année de sa mort, Huygens — voyez l'Appendice XII au Cosmotheoros — a écrit quelques pages sur les passages de Vénus.

À la p. 81 du Manuscrit K — la Pièce date probablement de 1663 ou 1664 — Huygens parlait également de l'observation de Horrox en ajoutant: W. Crabtrius eodem tempore in Anglia observavit hora 3.35' ♀ notabili intercapedine a sinistra folis margine. Diametrum ad Solis diametrum observabat ut 7 ad 200.

¹⁾ En 1661 Huygens avait rapporté de Londres le manuscrit de Horrox que Hevelius publia à sa demande en 1662 avec son propre ouvrage „Mercurius in Sole visus Gedani”. Voyez les p. 315 et 438 du T. III.

V.

MESURE DE LA PARALLAXE DE MARS PAR CASSINI, ET REMARQUE DE CASSINI DE 1680 SUR LES DISTANCES DES PLANÈTES.

[1682].

Manuscrit F, p. 159¹⁾). Cassini de cometa anni 1680²⁾). Que par les mesures qu'il a prises des distances des Planetes, il trouve qu'autour de la terre il pourroit y avoir des cerceles 64 fois plus grands que celui de la lune, sans toucher aux orbites de Mars ni de Vénus³⁾).

Il a mesuré la parallaxe de Mars en comparant sa position entre des fixes prochaines à diverses heures, par la lunette et des filets au foyer, et comptant avec les pendules⁴⁾).

Ce n'est qu'en novembre 1688⁵⁾ — comparez le § 3 de la p. 410 qui suit — que Huygens parlera de „la parallaxe du soleil... selon que Mr. Cassini [l'] a établie par diverses methodes dans l'examen des observations faites [en 1672] à la Cayene et à Paris en mesme temps". Et en 1694 — p. 832 qui suit — il citera la lettre de Flamsteed à Cassini de juillet 1673 se rapportant aux valeurs de la parallaxe de Mars et de celle du soleil, lettre sur laquelle Oldenburg avait d'ailleurs déjà attiré son attention en août 1673 (T. VII, p. 353).

¹⁾ A cette page est mentionné le discours d'ouverture apparemment récent de juin 1682 de Burcherus de Volder nommé professeur à l'université de Leiden.

²⁾ Nous avons donné à la p. 277 du T. XIX le titre complet de cette brochure de 1681 de Cassini sur la comète de décembre 1680 et des premiers mois de 1681.

³⁾ Ceci (p. 28 de la brochure citée) est vrai, mais on peut en conclure que Cassini ne connaissait pas encore les vraies dimensions du système planétaire: en prenant 64 fois la distance de la lune à la terre on trouve 24 à 25 millions de K.M., tandis que les plus courtes distances de Mars et de Vénus à la terre sont respectivement de 57 et de 41 millions de K.M. Au lieu de „64 fois" on dirait maintenant „100 fois".

⁴⁾ C'est dans le Chap. XXXIV „Seconde methode de chercher la parallaxe" du Traité „Les Elements de l'Astronomie verifiez par M. Cassini par le rapport de ses Tables aux observations de M. Richer faites en l'isle de Caienne etc." (Mémoires de l'Academie Royale des Sciences depuis 1666 jusqu'à 1699, T. VIII) que Cassini raconte comment en „1672, vers le temps de l'opposition de Mars au Soleil" il a cherché „la parallaxe de Mars par la methode que nous avons employée [depuis] pour trouver celle de la Comete de l'an 1680". On en trouve le compte-rendu dans la partie „Recherche de la Distance de la Comete à la Terre" de la brochure citée dans la note 2. Cette partie fut lue à l'Académie Royale le 18 janvier 1681.

⁵⁾ Manuscrit F, p. 327.

VI.

PETITESSE DU SOLEIL, ET DE LA TERRE, PAR RAPPORT AUX DIMENSIONS DU SYSTÈME SOLAIRE.

[1682].

Auprès d'une petite figure de la p. 100 du Manuscrit F¹⁾ représentant, semble-t-il, sous la forme de circonférences de cercle concentriques, les orbites de cinq planètes, Huygens note: Sciendum est si ad hanc orbium cœlestium magnitudinem cœtera vera proportionem referantur, Terram fore ea parvitate ut omnino videri nequeat. Solem exigui puncti instar duploque fere sole minorem orbitam lunæ, extremorum vero comitum Jovis et Saturni orbitas non majores hujusmodi circellis^oo.

Ceci se rapporte au planétaire: voyez la note * de la p. 601 qui suit.

À la même page:

Periodi Saturniorum Comitum ²⁾	Digressiones Saturniorum Comitum
proximi $4\frac{1}{2}$ dierum	proximus
secundi 16 dierum	secundus $3'.16''$ ³⁾ .
tertij 80 dierum	

Digressiones Jovialium a Jovis centro ⁴⁾ in semidiametris ipsius Jovis, secundum Cassinum

proximus 5 ($2'\frac{2}{3}$)	tertius 13 ($6'\frac{1}{3}\frac{4}{5}$)
secundus 8 ($4'\frac{1}{4}$)	quartus 23 ($12'\frac{1}{4}$)

¹⁾ La date du 8 février 1682 se trouve à la p. 101 du Manuscrit.

²⁾ Comparez la p. 780 qui suit. En 1682 on ne connaissait pas encore les deux satellites intérieurs; Cassini les découvrit deux ans après. Le secundus du présent texte — celui que Huygens avait découvert — devint alors le quartus. et ainsi des autres.

³⁾ D'après Huygens lui-même dans son „Systema Saturnium”. Comparez la note 4 de la p. 836 qui suit.

⁴⁾ Comparez la p. 780 qui suit, ainsi que le § 3 de l'Appendice X au „Cosmotheoros”.

VII.

CONJONCTIONS DE PLANÈTES.

[1682].

Par différents calculs qui occupent les p. 133 et 135 du Manuscrit F, Huygens trouve:

1682. Inter 16 et 17 Sept. conjunctio ♄ et ♄. Saturnus circiter 2 gr. foli propior.

Inter 21 et 22 Sept. conjunctio ♄ et ♃. Jupiter circiter $1\frac{1}{2}$ gr. a foli remotior.

13 Oct. conjunctio ♄ et ♃. ♄ circiter 10 gr. propior foli.

Toutefois (Manuscrit F, p. 159):

La seconde conjonction de ♃ et ♄ en 1683 entre le 29 et 30^e Janvier suivant les Ephemerides d'Argolus¹⁾ au 17°58 Ω. La precedente est marquée par le mesme au 30 Oct. 1682 au 19°55 Ω.



¹⁾ Consultez sur ces Ephémérides, datant de 1638, la note 7 de la p. 497 du T. V.

VIII.

DÉPLACEMENT DANS LE COURS DES SIÈCLES DU PÔLE DE L'ÉQUATEUR SUR LA VOÛTE CÉLESTE (SUIVANT MEGERLIN, D'APRÈS HUYGENS) ET CRITIQUE DE LA PENSÉE DE CET AUTEUR.

[1684, 1685, ou 1686.]¹⁾

Stella polaris hodierna in extremitate cynosuræ, tempore mundi conditi²⁾ non erat Polaris; sed lucida in cauda draconis; quæ hodie distat a polo 24 gr. Sic etiam ab hoc nostro tempore post 24 (si qua erunt) sæcula, stella in crure sinistro Cephei: et post 97 sæcula, illa quæ est in dextra ala cygni, stella erit polaris, quamvis hodie ultra 45 gr. a Polo distet. Megerlinus, prof. math. Basileensis, in *systemate mundi Copernicano demonstrato*. Huic validissimo argumento alia plura addit leviora. et quædam plane nullius ponderis, auctor judicij haudquaquam exacti²⁾.

¹⁾ Manuscrit F, p. 205.

²⁾ Les deux dernières phrases du présent alinéa font l'effet d'avoir été ajoutées après coup. Petrus Megerlin (1623—1686), d'origine allemande, devint en 1674 professeur de mathématiques à l'université de Bale. Il était fort connu comme astrologue et fit paraître en 1682 à Amsterdam, chez H. Wetstenius, son „Systema mundi Copernicanum argumentis invictis demonstratum et conciliatum Theologiæ”, ensuite en 1683 à Bale, chez J. L. König, son „Theatrum divini Regiminis, a mundo condito usque ad nostrum seculum, delineatum in tabella mathematico-historica, qua secundum revolutiones conjunctionum & oppositionum magnarum Saturni & Jovis post octo proximè secula redeuntes, Historia Ecclesiastica & Politica per omnes Mundi partes omnesque Provincias Europæ in suas periodos & secula accuratè distributa, uno intuitu conspicienda proponitur, cum Indice Historico-Chronologico locupletissimo rerum gestarum annos & scriptores, horumque libros & capita sive sectiones indicante. Adjectus est Commentarius Chronologicus etc. cum Cyclis Planetarum et Eclipsium”.

Voyez une citation de Megerlin dans la note 20 de la p. 311 qui précède.

IX.

REMARQUE SUR LA GRANDEUR DIFFÉRENTE OU ÉGALE DE LA RÉFRACTION ATMOSPHÉRIQUE DANS LE CAS DE LA LUNE ET DU SOLEIL.

[1685 ou 1686.]¹⁾

Si sol et luna eundem locum obtineant ex centro terræ spectanti, tunc refractio solem altius efferet quam lunam. et tamen volunt plerique Solis et fixarum minorem esse refractionem quam Lunæ.

At si Sol et Luna æquali angulo sub plano horizontali depressi sint, uterque æqualiter a refractione attollitur. Et sic dicendum æqualem esse utriusque refractionem.

¹⁾ Manuscrit F, p. 219.

APPENDICE I

AUX „ASTRONOMICA VARIA 1680—1686”.

[?] ¹⁾

*Ex Kepleri responsione ad Jo. Bartschium*²⁾). Apud Philippum Hessiæ landgraviū³⁾ tubum se vidisse narrat 50 pedum longitudine qui trochea ad defixam malum attollebatur, nullaque lente erat instructus, sed in summa parte foramen habebat pisi magnitudine. Hoc radios solis trans mittebat imaginemque ejus in charta alba depingebat in qua maculæ solis distincte conspiciebantur⁴⁾).

*Ex Admonitione ad astronomos*⁵⁾). Anno 1607 se deceptum fuisse ait, maculam solis pro Mercurij planeta accipiendo, publicèque venditando⁵⁾).

¹⁾ La Pièce est empruntée à la f. 109 des „Chartæ astronomicae”.

²⁾ Bartsch adressa une lettre ouverte à Kepler le 1 septembre 1628. Kepler y répondit le 6 novembre 1629 („Ad epistolam Jacobi Bartschii responsio. De computatione et editione ephemeridum”. Typis saganensibus). L’une et l’autre lettre (la première en raccourci) se trouvent en traduction allemande dans l’édition de 1930 „Johannes Kepler in seinen Briefen” par M. Caspar et W. von Dyck.

³⁾ Il s’agit, pensons-nous — d’après la Tab. 43 „Das Hessische Haus” du „Genealogisches Handbuch der Europäischen Staatengeschichte” par Ottokar Lorenz, Stuttgart & Berlin, Cotta, 1908 — de Philippe de Butzbach († 1643), fils de Georges le pieux (Georg der Fromme † 1590), lui-même fils de Philippe I (Philip der Grossmütige, 1509—1567).

⁴⁾ Il a été question plus haut (p. 309) de l’„Admonitio ad curiosos rerum coelestium” de 1630 de Kepler. On a vu qu’il y engage les astronomes à regarder les planètes passant devant le soleil „applicatione tubi super papyro [depictos]”; ce que Huygens n’eut pas l’occasion de faire en 1631 (note 3 de la p. 307).

⁵⁾ Dans sa brochure „Phænomenon singulare seu Mercurius in Sole” de 1609 (Lipsiæ, impensis Th. Schureri Bibliopolæ). Il est aussi question de cette erreur de Kepler — encore dépourvu de télescopes — dans l’article de 1632 cité plus haut (p. 319) „Mercurius in Sole visus etc. anno 1631” de P. Gassendi; p. 16: „Hinc Keplerus optimo jure canat jam palinodiam de viso aliàs, seu à se, seu ab alijs, in Sole, Mercurio. Nempe dicere possumus hoc nobis primùm fuisse concessum . . . Quem putarat . . . conspectum sibi Mercurium, Maculam demùm fuisse agnovit”. W. Schickard dans son article de la même année, cité à la p. 319 qui précède, fait également quelques réflexions sur ce sujet.

APPENDICE II

AUX „ASTRONOMICA VARIA 1680—1686”.

[?]

Fausse equation de Cepler pag. 286 inst. astron. ¹⁾).

Il s'agit de l'„Epirome Astronomiæ Copernicana”, édition de 1635. La p. 286 fait partie de la Pars Tertia „De Anno et Partibus ejus, deque Diebus & eorum incrementis vel decrementis” du Lib. III „De Doctrina primi motus, dictâ Sphærica”. À la question *Dic regulam generalem, que sit utilis etiam in doctrina Theorica Aequali Temporu* [sic]? Kepler répond:

„Tempus est constituendum quando Solis Apogæum, de quo libro VI, in principium Cancrî incidit . . . Et hoc tempus sine æquatione sumptum, est statuendum pro Radice, ad quam cætera per æquationem comparentur. Tunc proposito quovis tempore apparenti, quæritur ascensio recta loci Solis, quæritur etiam motus medius Solis ab æquinoctio: differentia utriusque est æquatio temporis . . .

Verbi causa, sit anno Christi 1260. completo, Apogæum Solis in o. Cancrî: Et sit tempus æquandum Anno 1457. 3 Sept. II. 11.6. Colligitur igitur ad hoc tempus locus Solis, At [lisez: ut] lib. VI discemus, 19.27 Virg. cujus & Ascensio recta 170.19. At motu Medio Sol elongatur ab æquinoctio 171.27. Illic igitur differentia est temp. 1 m. 8. id est, II. o. M. 4. Se 20 ²⁾). Tantum est auferendum apparenti tempori, ut sciatur, quot æquatoris tempora inde ab anno 1260. lapsa sint . . .”

Habendus locus solis verus anno 1260 completo et ejus ascensio recta.

Item locus solis verus anno 1457. 3 Sept. h. 11. 6' quem dicit esse 19.27' Virg. Et ascensio recta hujus loci, quam dicit esse 170.19.

Tum auferendum prior ascensio recta a posteriore et differentia comparanda cum motu medio solis quantus convenit intervallo dato nempe annorum 196 completorum augusto mense completo et 2 diebus. horis 11.6'. qui motus medius est 8'. 3°. 25'. 13" ³⁾

At Keplerus tantummodo loci solis veri anno 1457 & ascensionem rectam comparat cum loco solis medio ab Arietis principio. hoc est 170.19 aufert ab 171.27 et differentiam 1°.8' convertit in tempus. h. e. m. 4'. s. 20' ²⁾) quod ait auferendum ab apparenti tempore ut fiat medium. Absurdum. Recte enim si anno 1260 completo locus solis etiam esset in principio \varnothing . Sed nunc apogæum tantum hic statuitur, non vero locus solis.

¹⁾ Chartæ astronomicæ, f. 230—232.

²⁾ À 1°8' correspondent, vous semble-t-il, 4 min. et 32 (non pas 20) sec.

³⁾ s = sextans = 60°.

Le calcul de Huygens conduit en effet à une différence 1°8'. Bene ergo Keplerus si tempore Epochæ, hoc est, anno 1260 completo, solis locus fuisset in principio ϖ , ubi et apog. \odot ponitur. Sed erat in 9 [s]. 19°.1' in ϖ .

Huygens discute aussi un passage de Mouton ⁴⁾ voulant établir l'Epoque du moyen mouvement du soleil, qu'il fait bien, mais . . . etc.

⁴⁾ G. Mouton „Observationes diametrorum solis et lunæ apparentium”, 1670.

QUE PENSER DE DIEU? ¹⁾

¹⁾ Voyez aussi e.a. les §§ 5, 6, 8, 9, 15 de la Pièce „De rationi impervijs” qui suit (p. 514 et 516)
ainsi que la Partie III de la p. 1.

QUE PENSER DE DIEU?

[1686 et 1687 ?] ²⁾.

§ 1 ³⁾. Les païens et barbares attribuoient à Dieu un corps semblable au corps humain, les philosophes luy attribuent une ame semblable à l'ame humaine et des affections semblables aux nostres, seulement différentes en perfection. Ils luy donnent une maniere de penser, de vouloir, d'entendre, d'aimer. Que pouvaient-ils faire autre chose? Avouer qu'il surpasse de bien loin l'homme d'avoir une idée de Dieu.

§ 2 ³⁾. C'est une imperfection, dit des Cartes, d'estre divisible; pour prouver que Dieu n'est point estendu ⁴⁾. C'est une pauvre raison, car pourquoy est ce là une imperfection?

Il est, dit-il, de la nature de l'infini de ne pouvoir estre compris par nous qui sommes finis ⁵⁾. Ce ne sont que des paroles. Qu'est ce à dire que nous sommes finis? car

²⁾ Voyez les notes 3, 7 et 10 sur la date des §§ 1, 2, 4 et 5 qui suivent. Ces §§ — et il en est de même du § 3 — peuvent fort bien être tous de 1686 ou 1687.

³⁾ *Chartæ astronomicæ*, f. 124. La feuille n'est pas datée; mais comme Huygens y dit que „Saturne . . . suit le mouvement de la matiere [du tourbillon]” les §§ 1 et 2 ne peuvent pas être postérieurs à 1687: comparez la note 7 et voyez sur ce sujet la p. 121 qui précède.

⁴⁾ On lit dans la Quatrième Partie du Discours de la Méthode: „Suivant les raisonnements que je viens de faire, pour connaître la nature de Dieu autant que la mienne en était capable, je n'avais qu'à considérer, de toutes les choses dont je trouvais en moi quelque idée, si c'était perfection ou non de les posséder, et j'étais assuré qu'aucune de celles qui marquaient quelque imperfection n'était en lui, mais que toutes les autres y étaient . . . Mais, pour ce que j'avais déjà connu en moi très-clairement que la nature intelligente est distincte de la corporelle, considérant que toute composition témoigne de la dépendance, et que la dépendance est manifestement un défaut, je jugeais de là que ce ne pouvait être une perfection en Dieu d'être composé de ces deux natures, et que par conséquent il ne l'était pas”.

Dans le Cap. XXIII de la *Pars Prima* des „*Principia Philosophiæ*” Descartes écrit: „*Multa sunt, in quibus etsi nonnihil perfectionis agnoscamus, aliquid tamen etiam imperfectionis sive limitationis deprehendimus; ac proinde competere Deo non possunt. Ita in naturâ corporeâ, quia simul cum locali extensione divisibilitas includitur, estque imperfectio esse divisibilem, certum est Deum non esse corpus*”.

⁵⁾ Nous lisons dans la troisième des „*Méditations touchant la philosophie première*, dans lesquelles on prouve clairement l'existence de Dieu et la distinction réelle entre l'âme et le corps de l'homme”: „Quand je pense que je suis maintenant, et que je me ressouviens outre cela d'avoir été autrefois, et que je conçois plusieurs diverses pensées dont je connais le nombre, alors j'acquies en moi les idées de la durée et du nombre, lesquelles, par après, je puis transférer à toutes les autres choses que je voudrai. Pour ce qui est des autres qualités dont les idées des choses

il ne parle encore que de nostre ame ou pensee. Cela ne peut rien signifier sinon que nostre ame ne comprend point l'infini, et que pour cela elle ne le comprend point.

Cherchons a prouver qu'il y a un auteur summe intelligens, mais d'une intelligence tout a fait autre que la nostre, non pas par ces idees, mais par la consideration des choses creées, ou il paraît tant de art et de prudence, sur tout en ce qui regarde les animaux.

§ 3 ⁶⁾. Le doute fait peine a l'esprit. C'est pourquoy tout le monde se range volontiers a l'opinion de ceux qui pretendent avoir trouvé la certitude. jusques la qu'ils aiment mieux les suivre en se laissant abuser.

Il ne faut pas croire sans qu'on ait raison de croire; autrement que ne croit on les fables et les comptes [sic] des vieilles, et pourquoy les Turcs n'ont ils point raison de croire à l'Alcoran?

corporelles sont composées, à savoir, l'étendue, la figure, la situation et le mouvement, il est vrai qu'elles ne sont point formellement en moi, puisque je ne suis qu'une chose qui pense; mais parce que ce sont seulement de certains modes de la substance, et que je suis moi-même une substance, il semble qu'elles puissent être contenues en moi éminemment. Partant il ne reste que la seule idée de Dieu, dans laquelle il faut considérer s'il y a quelque chose qui n'ait pu venir de moi-même. Par le nom de Dieu, j'entends une substance infinie, éternelle, immuable, indépendante, toute connaissante, toute puissante, et par laquelle moi-même et toutes les autres choses qui sont (s'il est vrai qu'il y en ait qui existent) ont été créées et produites. Or ces avantages sont si grands et si éminents, que plus attentivement je les considère, et moins je me persuade que l'idée que j'en ai puisse tirer son origine de moi seul... encore que l'idée de la substance soit en moi de cela même que je suis une substance, je n'aurais pas néanmoins l'idée d'une substance infinie, moi qui suis un être fini, si elle n'avait été mise en moi par quelque substance qui fût véritablement infinie".

Dans la Pars Prima des „Principia Philosophiæ” Descartes écrit Cap. XVIII: „quia summas illas perfectiones, quarum ideam habemus, nullo modo in nobis reperimus, ex hoc ipso rectè concludimus eas in aliquo à nobis diverso, nempe in Deo, esse... quia Dei sive entis summi ideam habemus in nobis, jure possumus examinare à quānam causā illam habeamus; tantamque in eā immensitatem inveniēmus, ut planè ex eo simus certi, non posse illam nobis fuisse inditam, nisi à re in qua sit revera omnium perfectionum complementum, hoc est, nisi à Deo realiter existente”. Cap. XIX: „est de naturā infiniti ut a nobis, qui sumus finiti, non comprehendatur... nihilominus tamen ipsas [perfectiones] clarius & distinctius quam ullas res corporeas intelligere possumus”.

En 1691 (T. X, p. 104) Huygens écrira à G. Meier: „in metaphysicis... nec Existentiā Dei neque... etc. unquam mihi demonstrasse visum [Cartesium]” — voyez aussi la note 2 de la p. 522 qui suit — et en 1692 à Leibniz (T. X, p. 302): „Nous n'avons nullement cette idée *entis perfectissimi*”. Ceci se rapporte apparemment, outre aux passages déjà cités, au Cap. XIV de la Pars Prima des „Principia Philosophiæ” où Descartes écrit: „Considerans deinde inter diversas ideas quas [mens] apud se habet, unam esse entis summè intelligentis, summè potentis & summè perfecti, etc.”

⁶⁾ Chartæ astronomicæ, f. 128. Feuille sans date.

§ 4 ⁷⁾. Quod si ad causas tantarum rerum investigandas exspatiari libeat qu'il s'offre une quantité de belles speculations. Quid Planetas ad solem adduxerit. Quomodo corpora globosa effecta fuerint. Pourquoi les tourbillons qui portent les lunes aillent du mesme sens que le grand tourbillon ⁷⁾. Pourquoi l'axe de la terre et Saturne sont inclinez au plan de leur orbites.

Que quoyque Dieu ait ainsi disposé ces choses, pourtant il est certain qu'il agit par les loix immuables de la nature, et qu'il est autant permis de rechercher dans ce bâtiment du monde la suite et l'efficace des causes naturelles que dans la production du flux et reflux de la mer ⁸⁾, du tonnerre, de l'arc en ciel ⁹⁾ et autres choses de cette sorte.

§ 5 ¹⁰⁾. Le Roy Alphonse ¹¹⁾ est accusé d'avoir dit qu'il auroit pu donner de bons avis a Dieu, touchant l'ordre et la disposition des Orbes Celestes. Je crois qu'il a voulu dire; voiant les absurditez et les embarras de toutes ces spheres solides et excentriques dans le système de nos Astrologues Juifs et Arabes; que ce n'estoit pas là la veritable constitution de l'univers, ni un ouvrage digne de la divine sagesse. Car quelle apparence qu'il se soit vanté ¹²⁾ de pouvoir corriger le vray ouvrage de Dieu!

Voyez encore sur les différents paragraphes de cette Pièce les Additions et Corrections à la fin du présent Tome.



⁷⁾ Chartæ astronomicæ, f. 194. Ce que Huygens dit ici sur les tourbillons indique (comparez la note 3) qu'en ce moment il croit encore aux vortices deferentes. La f. 194 citée n'est donc pas postérieure à 1687 puisque les „Principia” de Newton de cette année l'amenèrent à concevoir les tourbillons autrement. Voyez aussi sur les tourbillons la note 3 de la p. 348 qui suit.

⁸⁾ Voyez sur ce sujet les p. 178—179 du T. XX.

⁹⁾ Consultez sur ce sujet le T. XIII.

¹⁰⁾ Chartæ astronomicæ f. 122. Cette feuille n'est pas datée. Elle est de 1687 au plus tôt puisqu'elle contient aussi les mots: Tourbillons détruits par Newton etc. Voyez la p. 437 qui suit. Dans cette feuille il est en outre question de la „Pluralité des mondes”, c. à. d. du Traité de Fontenelle dont nous avons dit aux p. 301 et 634 du T. IX qu'il est de 1688; mais ce Traité a en réalité été publié en 1686.

¹¹⁾ Voyez sur le roi Alphonse X et les Tables Alphonsines la p. 259 du T. XIX.

¹²⁾ Nous avons corrigé „venté” en „vanté”. Ailleurs Huygens écrit „vanter”; voyez p.e. la l. 13 de la p. 455 du T. XIX.

PENSEES MESLEES

.



Avertissement

Dans la Pièce des Chartæ astronomicæ qui porte le titre „Pensees meslees” Huygens fait à la fois des remarques sur son planétaire et sur l’univers réel dont le planétaire représente une petite partie. Le § 59 qui suit — la division en §§ est de nous, comme d’habitude — fait bien voir combien il est convaincu de l’immensité de l’espace — ou plutôt de la partie finie de l’Espace — parsemé d’étoiles ¹⁾, en dehors duquel, l’Espace étant infini ²⁾, il peut toutefois y avoir „d’autres choses creées dont l’idée ne tombe point en nostre pensée”.

Les mots „Pensees meslees” ne se trouvent que sur la double feuille 197 — 198 des Chartæ, mais nous avons cru pouvoir publier sous le même titre les f. 191 — 193 et 195 — 196 auxquelles il convient tout aussi bien et qui nous paraissent dater du même temps.

La f. 197 porte la date du 12 septembre 1686; il est vrai que cette date y est intimement liée aux noms Smith et Chamberlain, de sorte que nous ne pouvons pas affirmer que le texte de la feuille est précisément de ce jour; mais nous croyons du moins être en droit de dire que ce texte n’est fort probablement pas postérieur au 12 septembre 1686 et que la date 1686 peut être adoptée comme vraisemblablement

¹⁾ Voyez la note 16 de la p. 351 qui suit.

²⁾ Consultez, outre le § 59 cité dans le texte, la fin de la note 6 de la p. 195 du T. XVI.

exacte. Ce qui fait voir, indépendamment de la date inscrite, que Huygens a rempli les feuilles en question de ses „pensées meslees” avant d’avoir lu les „Principia” de 1687 de Newton, c’est que dans ces feuilles il a toujours des tourbillons la même conception que lorsqu’il lut à l’Académie Royale, en 1669, la Pièce sur la pesanteur³). La remarque marginale qui fait partie de notre § 5 montre qu’en écrivant la présente Pièce il n’était pas encore bien convaincu, comme il le sera après la lecture des „Principia”, de la vérité de la deuxième loi de Kepler. Voyez aussi au § 16 ce qu’il dit sur le mouvement des comètes résultant „de leur embrasement comme aux fusées”, et plus loin (§ 50) sur „leur chemin droit ou presque droit”.

Nous aurions pu procéder à un nouvel arrangement des „Pensées meslees”, comme nous l’avons fait pour la Pièce précédente que nous avons intitulée „Que penser de Dieu?”, dont plusieurs paragraphes sont d’ailleurs imprimés une deuxième fois dans le présent Tome, avec leur contexte. Le § 4 p.e. de cette Pièce est identique avec le § 40 de la présente Pièce, dont il a été tiré. En formant un tout de ce qui se rapporte au planétaire, un autre de ce qui a trait au système solaire réel, d’autres encore des remarques cosmologiques et de celles sur l’Auteur du monde, etc. nous aurions généralement pu rendre les pensées de Huygens mieux lisibles. Tout bien considéré, il nous a cependant paru préférable de les publier comme elles se suivent et sans aucune retouche (malgré les répétitions qu’on y trouvera) nous contentant d’y joindre quelques notes explicatives.

Nous attirons spécialement l’attention du lecteur sur les §§ 27 et 44 où Huygens dit que les vues sur les dimensions de notre système planétaire qu’on trouve dans son „Systema Saturnium” de 1659 ont été confirmées par la mesure des parallaxes de Mars et de Vénus par Cassini et Picard⁴). Il est vrai que dans le § 27 le passage en question est biffé et que dans le § 44 il n’est question que de la parallaxe de Mars. Ce passage du § 27 a-t-il été biffé parce que l’accord n’était pas complet? Voyez sur les dimensions du système planétaire d’après Huygens et d’après Cassini respectivement la p. 308 et la note 3 de la p. 331 qui précèdent.

³) Voyez cette Pièce aux p. 631-644 du T. XIX et comparez la note 7 de la p. 343 qui précède. Il est question des tourbillons dans les §§ 18, 35, 50, 58 qui suivent. Consultez sur l’historique des idées de Huygens sur les tourbillons les p. 437-439 du présent Tome.

⁴) P. 311 et 331 qui précèdent. Voyez aussi la note 14 de la p. 602 qui suit.

Smith et Chamberlain ¹⁾. 12 Sept. 86.

PENSEES MESLEES ²⁾

[1686] ³⁾

§ 1 ³⁾. En traçant la figure de l'orbe lunaire autour de la terre, que je place sur un morceau de son grand orbe il faut marquer le mouvement journalier de la terre, et en quel espace du grand orbe elle fait un tour de 24 heures.

§ 2 ⁴⁾. Que je ne m'arrêteray pas à produire les raisons pour le mouvement de la terre, mais que je supposeray le système selon Copernic.

Kepler a réduit le système à une merveilleuse simplicité et facilité à concevoir ⁵⁾.

§ 3. Je n'ay pu représenter les aphélies ni les noeuds mobiles ni le mouvement journalier de la terre.

Ni le mouvement des æquinoxes à l'égard des fixes.

Ni le mouvement du soleil sur son axe.

Ni les mouvements des satellites de Jupiter ou de Saturne.

Ni l'obliquité de l'anneau.

¹⁾ Nous ignorons de quel Smith et de quel Chamberlain il est question. S'agit-il peut-être de Peter Chamberlain (T. VI, p. 94, notes 12 et 13) mort en 1682, avec qui Huygens avait jadis été en correspondance, ou bien plutôt de Edward Chamberlain (T. VII, p. 527) encore en vie? Puisqu'une date précise est donnée, on pourrait se figurer que Huygens fut visité ce jour par MM. Smith et Chamberlain.

²⁾ C'est le titre que Huygens lui-même donne à cette Pièce, *Chartæ astronomicæ* f. 197—198. Comparez sur la date l'Avertissement qui précède.

³⁾ On voit Huygens toujours occupé en esprit à perfectionner son planétaire; mais nous ne trouvons pas qu'après van Ceulen en 1681—1682 il ait engagé aucun autre ouvrier à réaliser ses projets.

⁴⁾ Ici, c'est à la future Description du planétaire que Huygens songe; comparez les p. 111—112 qui précèdent.

⁵⁾ Ce qui ne veut pas dire qu'avant d'avoir lu les „Principia” de 1687 de Newton, Huygens était pleinement convaincu de la réalité du mouvement elliptique des planètes; comparez les p. 113, 124 et 129—132 qui précèdent. Il semble bien, à en juger par les termes dans lesquels il s'exprime, que vers 1686 il ait été de plus en plus porté à admettre la réalité des orbites elliptiques ainsi que la vérité de la loi des aires de Kepler; mais voyez cependant sur ces sujets le § 5 qui suit.

Les corps du soleil et des planetes excèdent beaucoup leur veritable proportion, comme aussi les orbites des satellites.

En marge: Il faut dire comment on met les planetes a leur place, au jour donné qui fert d'Époque.

§ 4. Du plaisir que donne le mouvement des planetes en les faisant aller avec la manivelle.

§ 5⁶⁾. En expliquant mon inégalité du mouvement des planetes⁷⁾ je parleray de la fausse conclusion de Kepler, qui veut que le soleil les meuve, et inegalement selon les distances.

En marge: Si l'on ne pourroit pas mettre la celerité d'une mesme planete suivant la regle qu'elles gardent entre elles pour leur mouvement periodique⁸⁾.

§ 6⁹⁾. Raïson a chercher pourquoy les planetes a peu pres dans un mesme plan et chacune dans celui qui passe par le soleil¹⁰⁾.

Pourquoi elles tournent en elles et avec leur compagnons toutes d'un mesme sens, et le mesme que le grand tourbillon.

§ 7. Contre la contiguité des tourbillons de Descartes. son erreur en parlant des

⁶⁾ Comparez le § 48 qui suit. La théorie de Kepler suivant laquelle le soleil meut les planètes — nous l'avons mentionnée aussi dans le dernier alinéa de la note 7 de la p. 276 du T. XIX — action dont l'intensité diminue avec la distance, est exposée par lui dans le *Liber Quartus* de l'„*Epitome Astronomiæ Copernicanæ*“. Il y parle d'une certaine analogie avec les actions magnétiques. La moitié de chaque planète serait, pour ainsi dire, amie, l'autre ennemie du soleil. P. 519: „corpore Solis converso, virtus etiam illa convertitur quemadmodum magnete converso . . . cumque Sol illâ virtute sui corporis arripuerit planetam, seu trahens illum, seu repellens, seu dubius inter utrumque, secum etiam circumducit illum“.

⁷⁾ Voyez sur la théorie de Huygens de l'inégalité du mouvement des planètes les p. 121—124 qui précèdent.

⁸⁾ Comparez les p. 120—121 et 128—129 qui précèdent: la règle des vitesses que les planètes (se mouvant approximativement dans des circonférences de cercle concentriques) „gardent entre elles“ d'après Kepler, s'exprime par l'équation $v_1 : v_2 = \frac{1}{\sqrt{r_1}} : \frac{1}{\sqrt{r_2}}$, où v_1 et v_2 sont les vitesses, et r_1 et r_2 les rayons correspondants. Voyez aussi la note 25 de la p. 353 qui suit.

⁹⁾ Ceci ne fait plus partie de la Description du planétaire. Huygens songe apparemment à la possibilité d'une publication de plus grande envergure; comparez la p. 129 qui précède.

¹⁰⁾ Huygens ne songe plus (comparez le § 49 qui suit) à la possibilité, admise pour un moment en 1682 (p. 310 qui précède), que les orbites des planètes pourraient être telles qu'il ne serait pas permis de se les figurer approximativement comme des courbes fermées situées dans des plans passant tous par le soleil. Mais voyez cependant ce qu'il dit encore sur ce sujet dans la „*Descriptio automati planetarii*“ à la p. 623 qui suit.

cometes, qu'il croit estre apperceües aussi tost qu'elles passent les confins de nostre tourbillon avec les voisins¹¹⁾.

§ 8. N'ayons pas l'orgueil de nous croire seigneurs de toute la nature. C'est delia plus que nous pouvons demander d'estre &c. Vid. D. Pouwer Magnetical Exper. pag. 164¹²⁾.

§ 9. Accoustumons nous a imaginer des nombres qui aient autant de chiffres que le globe de la terre peut contenir de grains de sable¹³⁾.

§ 10. Vereri videntur ne veritas veritati contraria inveniatur. vel ne facta Dei dictis non consentiant.

Le sujet du verbe „videntur” semble être : les théologiens ou philosophes se demandant comment il faut accorder les „facta Dei”, c.à.d. le monde tel que nous le voyons et tel que les lunettes et les calculs des astronomes le font connaître, avec les „dicta Dei”, c.à.d. avec la Bible que beaucoup ont coutume d'appeler „la parole de Dieu”.

§ 11. Que nous sommes dans le ciel¹⁴⁾. *cecy apres la grande representation.*

Que ce qui sembloient estre des chimeres est devenu verité. Democrite¹⁵⁾. Brunus, mais en quoy il a erré¹⁶⁾.

¹¹⁾ Comparez le § 16 qui suit, ainsi que les p. 290, 295, 304 et 308 du T. XIX.

¹²⁾ „Experimental Philosophy, in Three Books: containing New Experiments microscopical, mercurial, magnetical. With some Deductions, and Probable Hypotheses, raised from them in avouchment and illustration of the new famous Atomical Hypothesis”. By Henry Power, Dr. of Physick. London, printed by T. Roycroft, for John Martin, and James Allestry, at the Bell in S. Pauls Church-yard. 1664. On trouve en effet à la p. 164 (dernière page du Chap. IV des „Magnetical Experiments”, intitulé „That the World was not made Primarely, nor Solely for the use of Man, nor in subserviency unto Him and his Faculties”) ce qui suit : „Let us not therefore pride our selves too much in the Lordship of the whole Universe, 't is more, I am sure, than we could challenge from our Creatour, that he hath made us such Noble Creatures as we are, that he hath given us such a large Inheritance, as the whole Globe of the Earth, that he hath Subjugated all things therein to our use and service; and lastly, that he hath endued our Souls with such spiritual and prying faculties, that we can attempt and reach at the Superiour and more mysterious works of his Creation, and therein to admire those things we are not capable to understand. As for the Earth being the Centre of the World, 't is now an opinion so generally exploded, that I need not trouble you nor my self with it. Etc.”.

¹³⁾ Les nombres en question sont ceux qui, suivant Huygens, pourraient servir à se faire une idée de la multitude des étoiles : comparez le § 59 à la p. 371 qui suit.

¹⁴⁾ Comparez les §§ 28 et 37 qui suivent.

¹⁵⁾ Nous avons déjà cité dans la note 2 de la p. 190 du T. XVI le passage de Plutarque ou Pseudo-Plutarque („De Placitis Philosophorum” II C. 1) : „Democritus et Epicurus... infinitos Mundos in spatio undequaque infinito positos existimarunt”.

¹⁶⁾ Dans le Cap. II du Lib. VI de son „De Immenso et Innumerabilibus, seu de universo & Mundis”, Giordano Bruno fait mention du „Democriti innumeris de mundis sensus”. Huygens est d'avis

§ 12. Argument de la vertu centrifuge pour le système nouveau¹⁷⁾.

§ 13. Que la grandeur des corps celestes et des espaces qu'ils occupent et leur mouvements ne font pas tant voir l'existence d'une suprenie intelligence que les choses particulieres que nous voions icy dans les plantes et animaux, leur generation, leur conservation. Et surtout dans l'intelligence des hommes.

§ 14. En marge¹⁸⁾: . . . compendio quodam in automato quo planetarum motus imitati sumus cernuntur, vel certe in ejus explicatione commemoranda sunt, multis ut puto rem gratam facturus sum si formam fabricamque ejus machinationis nostrae verbis ac figuris exposuero. Scimus fama Archimedeae in hoc genere machinae plures postea adductos [autre leçon: permotos] ut simile quid efficere aggredierentur¹⁹⁾, inter quibus Posidonius philosophus recensetur²⁰⁾ qui . . .

§ 15. En marge²¹⁾:

180		160	
180		160	
.....		
32400		25600	totuplex lux solis ad
25			lucem lunæ.
.....			
810000	totuplex lux lunæ	810000	
	ad lucem Jovis vel Sirij.	
		20736000000	totuplex lux solis
			lucis Sirij.

(voyez le „Cosmotheoros” à la p. 817 qui suit) que Bruno a eu tort d'affirmer à son tour que le nombre des étoiles est infini. Il devait aussi lui déplaire que Bruno appelle l'univers „immobile”; voyez la note 2 de la p. 507 qui suit.

¹⁷⁾ Le „système nouveau” est peut-être celui des tourbillons, tels que Huygens les concevait alors, par opposition à l'idée de Kepler dont il était question dans le § 5 qui précède. Suivant Huygens, en 1686, il faut, pour retenir les planètes dans leurs orbites, une vertu centripète (expression dont il ne se sert d'ailleurs pas) résultant directement dans chaque vortex deferens de l'existence de la vertu centrifuge. Voyez le § 4 de la p. 632 du T. XIX ainsi que les §§ 35 et 58 qui suivent.

Mais il est également possible que le „système nouveau” est simplement celui de Copernic: voyez, à la p. 769 qui suit, ce que Huygens dit dans le „Cosmotheoros” sur la force centrifuge en parlant d'un livre de Kircher.

¹⁸⁾ Le présent §, où le sujet du verbe „cernuntur” fait défaut, se trouve par hasard, semble-t-il, sur la feuille considérée des Chartæ astronomicae. C'est apparemment un fragment d'un projet de la Description du planétaire.

¹⁹⁾ Voyez les p. 171—174 qui précèdent.

²⁰⁾ Voyez sur Posidonius la note 10 de la p. 172 qui précède.

²¹⁾ Comparez les §§ 30 et 56 qui suivent, ainsi que la p. 815 du Lib. II du „Cosmotheoros”.

§ 16. Descartes (voyez pag. 127) n'a donné, comme il me semble, du mouvement à toute la matiere qui environne les fixes, c'est à dire il n'a fait les tourbillons aussi grands qu'ils pouvoient estre et qui se touchent, que pour trouver du mouvement aux comètes, y adjoutant que la matiere aux extremités des vortex fait son tour en un mois peutestre, et qu'ainsi elle est beaucoup plus viste que celle devers Saturne²²).

En marge: si cette matiere celeste est capable d'accelerer le mouvement des Comètes, comme veut des Cartes, elle devroit aussi en allant contre leur mouvement les arrester ou beaucoup retarder. mais j'en ay vu qui alloient contre le mouvement du tourbillon.

Moy je cherche le mouvement des Comètes de leur embrasement comme aux fusées²³).

Mais comment ne sont elles pas emportées par la matiere etheree qui porte les planetes. car j'en scay qui sont allés contre le flux de cette matiere. Je respond que c'est la grande liquidité de cette matiere qui fait aisement place à un corps qui recoit du mouvement d'ailleurs, quoyqu'il emporte d'autres corps qui sont une fois en train d'aller avec elle²⁴). Elle leur peut accelerer et diminuer mesme un peu leur mouvement suivant l'équation physique de Kepler [cette dernière phrase a été ajoutée après coup].

Malgré cette dernière affirmation nous croyons pouvoir dire — comparez ce que nous avons dit à la p. 112 qui précède — que Huygens ne voit aucunement comment le tourbillon solaire pourrait bien régler le mouvement des planètes conformément à l'équation de Kepler.

§ 17. Suivant la proportion de Kepler des temps periodiques avec les distances du soleil²⁵), la matiere pres du soleil devroit tourner incomparablement plus viste [en marge: comme il est aisé de voir en supposant cela et cela. sans faire le calcul] que ne sont les taches [ajouté dans l'interligne: 285 fois et plus]. Et la matiere aupres de la Terre (la terre mesme ou sa surface) devroit tourner aussi beaucoup plus viste qu'elle ne fait. 15 ou 16 fois, en supputant par la periode de la Lune. D'où vient donc qu'on

²²) „Renati Des-Cartes Principia Philosophiæ. Ultima Editio cum optima collata, diligenter recognita, & mendis expurgata”. Amstelodami, apud Danielelem Elzevirium, Anno MDCLXXII. À la p. 127 citée par Huygens commence le Cap. CXXXVI de la Pars Tertia: „Explicatio apparitionis comæ”. À la p. 120, dans le Cap. CXXIX de la même Pars il est question des „vorticum extremitates, ubi materia coelestis tam cito movetur, ut intra paucos menses integrum gyrum absolvat, quemadmodum supra dictum est”.

Voyez aussi le § 7 qui précède et les §§ 35 et 58 qui suivent.

²³) Comparez les p. 292, 294 et 305 du T. XIX.

²⁴) Comparez la note 1 de la p. 288 ainsi que les p. 305, 309 et 310 du T. XIX.

²⁵) Comparez la note 8 de la p. 350 qui précède: il s'agit de l'équation $v_1 : v_2 = \frac{1}{\sqrt{r_1}} : \frac{1}{\sqrt{r_2}}$ qui pour les planètes (en supposant leurs orbites circulaires et concentriques) résulte de la troisième loi de Kepler, et que Huygens applique aussi à la matiere des vortex deferentes qui à son avis les charrient.

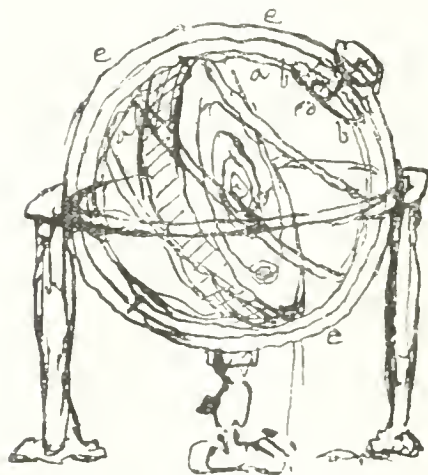
ne l'apperoit point de ce grand mouvement de la matiere etheree. Est ce que cette matiere est remuee autrement pres de la terre. ou que la proportion ne continue pas jusques la. ou que la surface de la terre est capable d'arrester le mouvement de cette matiere. Si cela est et de mesme au soleil, c'est bien tout le contraire de ce que Kepler veut que le soleil meue les planetes.

§ 18. Ce n'est pas le mouvement circulaire du vortex qui a concentré la matiere du soleil ni la terre, mais un autre mouvement tres rapide et presque en tous sens, successivement, qui fait la pesanteur. Ce mouvement peut estre fait tendre vers le centre les parties grossieres qui en estoient beaucoup eloignees, et qui par conséquent n'avoient pas beaucoup de vitesse en circulant, et c'est de la que le soleil et la terre tournent si lentement sur leur axe. Ou parce qu'en tendant vers le centre cette matiere n'a retenu que peu de son mouvement circulaire.

§ 19. Ce sont des conjectures.

§ 20. Je pourrois ajuster mon automate dans une sphere armillaire [Fig. 98] ou son plan toucheroit aux deux tropiques et la faire tourner avec cette sphere en 24

[Fig. 98]



heures. La terre descendant sous le plan de l'horizon marqueroit le lever du soleil. L'axe de la petite terre seroit toujours parallele a l'axe veritable de la terre, et tendant un fil de la terre par la planete, ce fil prolongé marqueroit au ciel le lieu visible de la planete, soleil et lune, et leur hauteur par dessus l'horizon, l'heure de leur lever &c.

Mais l'idée ne seroit point vraie.

Quand le fil venant de la terre (a la quelle il doit estre attaché) et passant par la planete, seroit horizontal, la planete seroit dans nostre horizon. S'il penchoit vers la terre, la planete seroit sous nostre horizon; et s'il s'élevoit, elle seroit au dessus du mesme horizon.

Au cercle mobile *aa* qui porteroit la machine, il faudroit attacher vers le pole une roue *bb* de 365 dents, qui seroit remuée par une autre *d* de 61 dents enfermée dans *bb*, et qui tourneroit 6 fois en 24 heures. Cela seroit qu'en 24 heures la machine seroit un tour et encore $\frac{1}{365}$ d'un tour de l'orient vers l'occident, parce que 6 fois 61 dents, font 366 dents, qui engrainent dans les 365 dents de la roue *bb*.

Cela doit estre ainsi, afin que le fil qui vient de la terre par le soleil, responde tous les midis au merdien fixe. L'axe ou plustost les deux petits bours d'axe, sur lesquels tourneroit le cercle *aa*, doivent estre fixement attachez au merdien *ee*, comme aussi toute l'horloge dont la roue *d* fait partie.

En marge: l'horloge ayant un mouvement egal fera que l'ecliptique et les lieux des planetes indiquez par le fil s'accorderont avec les veritables dans le ciel, et l'equation du temps y fera comprise. Mais cette horloge s'ecartera du soleil suivant l'inegalité du temps egal au temps apparent.

Au dessus du pole il y auroit un cercle divisé en deux fois 12 heures avec un indice pour les montrer, cet indice tourneroit par le moyen de l'horloge, mais non pas en mesme espace des temps que le cercle *aa* portant la machine.

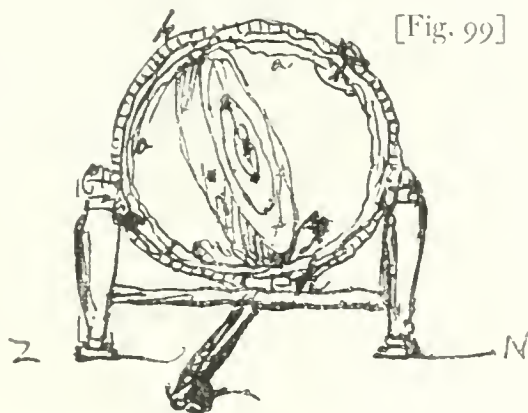
Les cercles equateur, horizon ni [lisez n'y] doivent point estre, parce qu'ils embarrasseroient trop les operations ou il faut rendre le fil. Il ne faut que le cercle *aa* et le merdien fixe et deux pieds ou il y ait des coches pour l'y faire entrer et une autre coche au bas.

On pourroit suspendre simplement la machine de cette facon, et pour la mettre a toute heure dans sa veritable position, il faut la tourner jusqu'à ce que le fil de la terre par le soleil vienne au merdien fixe, et mettre alors l'indice qui est au pole sur les 12 heures. Puis tourner derechef la machine jusqu'à ce que cet indice soit sur l'heure presente. car alors le plan de la machine sera parallele au plan de l'ecliptique. &c.

Dans le couvercle on peut faire une petite ouverture pour defaire la vis, quand on veut tourner avec la manivelle.

§ 21. On pourroit suspendre aussi un octogone en y mettant aux costez d'en haut et d'en bas deux vis pour l'attacher au cercle mobile *aa*. Mais on ne pourroit point ouvrir derriere. En faisant que la machine puisse tourner sur les pivots *hh* [Fig. 99], alors on pourroit ouvrir le couvercle de derriere en le mettant premierement parallele avec le cercle *aa*.

Proposer au frere de Z[eelhem].



§ 22. Parmi toutes les connaissances que les hommes se sont acquises par leur industrie je n'en trouve point qui merite tant d'estre admiree, soit qu'on regarde les choses qu'elle embrasse ou la maniere et les moyens qui ont esté emploiez pour y parvenir, que celle qui regarde les mouvements et la distance des astres. Car pour ce qui est de la recherche j'ay souvent admiré ingens studium de ceux qui olim astronomiam exco-

luerunt, quamquam non satis digno operæ pretio tantos labores subierint cum in observandis sideribus tum in motuum legibus exquirendis.

Quæ de coeli siderumque rationibus longo studio vigiliisque et nostro præsertim hoc ævo deprehensa sunt, ejusmodi mihi videntur ut ab omnibus naturæ rerum non plane incuriosis cognosci mereantur. Mitto enim vetera illa etsi præclara quo pacto syderum loca ortusque atque obitus definiantur, eclipsium tempora ad calculos revocentur quæ omnia poterant astronomiæ ac mathematicarum studiosis relinqui. Nunc vero cum mundi totius formam ordinem ac magnitudinem investigaverint, quid stellæ inerrantes quid planetæ [autre leçon: vagæ] sint quoque loco inter coelestia corpora hæc nostra quam incolimus terra censenda sit ostendunt idque ijs rationibus quibus passim docti ingenioque præstantissimi viri assentiantur, quisnam aut physices studiosus aut paulo super vulgus sapere cupiens non hæc ejusmodi sint sibi inspicienda existimet. Quæ quoniam omnia . . .

Ici se termine la feuille à laquelle aucune autre ne fait suite.

§ 23. En marge: Cum variarum rerum cognitionem scientiamque [autre leçon: multarum rerum cognitionem variasque scientias] industria hominum consecuta sit [autre leçon: sibi pepererit] nihil in his majus aut admiratione dignius mihi videtur sive rem ipsam quæ cognoscitur spectes sive rationem modumque quibus ut eo perveniretur utendum fuit quam quæ circa syderum motus atque distantias coelestiumque spatiorum mensuras versatur, mensuris numerisque definivisse.

Etenim ad investigandi rationem quod attinet, si quis exilitatem humani corpusculi ad coelestium regnorum amplitudinem comparet, an non merito miretur artes eas quarum fiducia tantum opus aggredi nos acari et formicæ ²⁶⁾ ausi sinus. An non divinam quandam rem esse fatebitur geometriam cujus potissimæ hic partes sunt quæ triangulis circulisque ingeniose confectis ex minimis maxima colligere docet. Jam solertiam in excogitandis fabricandisque instrumentis, studium diligentiamque in administrandis, quis non agnoscat; quæ syderum apparentia intervalla ac visas distantias explorando Geometriæ et Arithmeticæ ratiocinijs materiam [autre leçon: copiam] conferunt [autres leçons: comparat, suppeditat (lisez: comparant, suppéditant)].

Ici aussi Pon constate qu'en proclamant l'excellence des sciences mathématiques Huygens, en vrai disciple d'Archimède, place la géométrie au premier plan: comparez les p. 75 du T. XVIII, 208 et 217 du T. XX.

²⁶⁾ Il nous semble que Huygens, en s'exprimant ainsi, est encore sous l'influence de H. Power qu'il citait au § 8 qui précède. En effet, à la page 164 déjà citée Power s'exprime ainsi: „What are we then but like so many Ants or Pismires, that toyl upon this Mole-hill, and could appear no otherwayes at distance, but as those poor Animals, the Mites, do to us through a good Microscope, in a piece of Cheese?”

§ 24²⁷⁾. Ayant troué et fait executer depuis peu une machine automate qui represente les mouvements des Planetes dont la construction est d'une façon particulière et assez simple a raison de son effect, au reste d'une grande utilité a ceux qui estudient ou observent le cours des astres. Plusieurs de ceux qui l'ont vue m'ont exhorté et sollicité d'en donner la description a fin que l'invention ne perist pas avec le seul modèle qui en a esté fait, mais que l'on pust en tout temps en faire bastir de semblables. Et je le fais d'autant plus volontiers [autre leçon: Quorum equidem desiderio eo libentius obsequor] que cet ouvrage contient [autre leçon: est comme] un abrégé de toute l'astronomie, et qu'il offre une manière facile pour en apprendre tout le detail. Je scay que plusieurs s'abstiennent de l'estude de cette noble science effrayez de sa trop grande difficulté, qui provient en partie de l'obscurité des auteurs qui en ont traité, et vel maximè de ce qu'ils expliquent non seulement le véritable système de l'univers, mais encore l'ancienne doctrine [autre leçon: hypothèses] de Ptolemee, et les imaginations peu raisonnables de Tycho Brahe, chargeant ainsi l'esprit de plusieurs idées confuses et superflues. Ils verront donc icy [autre leçon: Il est donc important de faire voir] qu'en s'arrestant uniquement au système véritable la chose n'a rien d'embarassant, mais qu'elle est aisée et naturelle. Il est vray que l'on n'est parvenu a cette parfaite connoissance que par le long et rabotteux chemin des suppositions des anciens, et qu'il faut mesme admirer et leur industrie et leur grand travail.

Mais il nous est permis de jouir du fruit de leur inventions sans errer par les mesmes detours qu'ils ont suivi. Apres que le bastiment est achevé l'on oste les echafaudages pour contempler la beauté de tout l'ouvrage. Or l'on ne scauroit plus nier que ce bastiment de l'astronomie ne soit achevé depuis que Copernic l'a rectifié de nouveau en se servant pourtant des vieux matériaux, et que Cepler et en suite les heureux observateurs de ce siècle y ont mis le comble et la dernière main²⁸⁾.

Tous ceux qui sont verséz en l'astronomie, pourvu que d'ailleurs ils aient l'esprit sain et libre de prejugez, ne scauroi[en]t plus revoquer en doute ni le mouvement de la Terre en 24 heures, ni son mouvement autour du soleil parmi les autres planetes.

§ 25. Le système que j'appelle icy le véritable c'est celui qui établit le mouvement de la terre autour du soleil et autour de son propre axe, commencé par quelques anciens philosophes, par Copernic, et perfectionné d'avantage par Kepler.

Je scay que nécessairement le peuple ignorant fera éternellement contraire a cette opinion, et qu'elle doit luy paroître absurde. Mais ceux qui estudient les mouvements celestes la trouvent si bien confirmée par une infinité d'arguments que s'ils ont le jugement sain et libre de prejugez ils doivent reconnoître que c'est la même vérité et que l'on ne scauroit autrement rendre raison des apparences sans poser des choses absurdes dans la nature.

²⁷⁾ Chartæ Astronomica, f. 192.

²⁸⁾ Comparez la note 5 de la p. 349 qui précède.

Pour moy j'estime la connoissance de ces choses et de ce que l'on scait maintenant des distances et grandeurs des corps celestes non seulement l'une des plus belles, des plus agreables et des plus merveilleuses ou les hommes puissent parvenir, mais aussi celle qui nous fait d'avantage concevoir la grandeur et la majesté de l'auteur du monde, et dont l'ignorance est necessairement accompagnee de beaucoup d'opinions absurdes.

Partant je croy la peine bien employee, si je puis faciliter le moyen discendi cupidis pour participer a un bien si considerable.

§ 26 ²⁹). Preface. Beauté du sujet. que quoy qu'il semble assez expliqué par d'autres j'ay creu utile d'escrire mes pensées.

Système simplement décrit et expliqué. Temps periodiques a peu pres. Proportions des orbites. Planetes vont plus vite pres du soleil. presque dans un mesme plan. Lunes. leur orbites sont trop grandes a proportion [dans le planétaire]. seroient invisibles et beaucoup plus les corps. Distances en diametres du soleil, certaines. Mouvement des globes planetaires sur leur axe. Ce que ce mouvement produit suivant l'inclinaison des axes au plan des orbites.

Expliquer cet effet dans la terre, comment il produit la varieté des saisons et le jour et la nuit et leur diverses longueurs.

Je n'ay point marqué des estoiles fixes. a cause de leur distance immense. Comment elles sont disposees cy et la par l'estendue infinie. Nous en parlerons apres.

Que c'est la l'abbregé de l'astronomie. aisée maintenant a comprendre. mais combien il a coûté de temps et de travail devant que de le demesler. Notre bonheur.

Qu'on trouvera peut estre que je parle avec trop d'assurance de la certitude de cette science pendant que plusieurs doutent encore si l'on peut comprendre la verité en ces choses et que d'autres tiennent qu'elle est entiere dans l'hypothese de la terre immobile. Auxquels je responds que ceux qui &c.

Je renvoie donc ces gens aux auteurs que je viens de nommer ou ils trouveront la confirmation de cette hypothese Copernicaine par &c.

Et d'autre costé ils trouveront la refutation de tout ce qu'on luy oppose.

En marge: Et au contraire les impossibilitez de la Ptolemaïque et les absurditez de la Tychonienne qui demande le mouvement du ciel en 24 heures; et de la demitychonienne qui accorde ce mouvement la a la terre, mais qui la retient au centre donnant comme l'autre le mouvement annuel au soleil ³⁰), contre lequel nous apporterons cy dessous un nouvel argument qui ne semble pas des moins convainquants ³¹).

²⁹) Chartæ astronomicæ, f. 193—194.

³⁰) Voyez ce qui a été dit à la p. 130 qui précède sur Longomontanus.

³¹) Voyez le § 35 qui suit.

§ 27. Laissant donc de traiter plus particulièrement touchant ces arguments je continueray à tracer l'idée que je me suis proposée.

Les proportions par figure des corps planétaires comme placez contre le soleil. Exprimées en nombres. En passant, de la grandeur éminente du soleil, et en suite de $\frac{1}{2}$ et $\frac{1}{4}$.

Que j'ay donné le premier ³²⁾ ces proportions fort différentes des autres astronomes. que je remets de les prouver par après avec la méthode pour les diamètres apparents. Ces autres sont certaines. Que la moins certaine est celle de la terre; que je diray par où je l'ay déterminée. — Biffé: que je vois qu'on l'approuve ³³⁾, mais qu'elle a été confirmée par les parallaxes de σ et η par Cassini et Picard ³⁴⁾ — que de cette proportion de la terre il s'ensuit la distance du soleil de mille diamètres plus grande qu'aucun ne l'eût posée. Anciennement combien on faisoit cette distance petite et le soleil par conséquent ³⁵⁾.

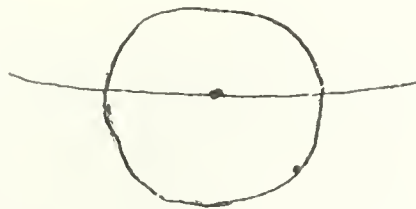
§ 28. En marge ³⁶⁾: *Nec refidis terræ damnatos fedibus imis
esse homines credas vilem aut miserefcere fortem.
quam colimus vehitur media inter sidera tellus.
coelo habitas, tecumque domus, tecum arva feruntur
silvæque.*

§ 29. Grande idée exprimée par figure imaginée. mieux que par les nombres. Orbite terrestre de 40 pieds de rayon, le diamètre du soleil étant de 4 pouces comme dans la figure précédente et les planètes de même.

Petite portion de cette orbite avec la terre, l'orbite de la lune et la lune même dans leur proportions [Fig. 100].

§ 30. Idée par le mouvement égal d'un boulet de canon ³⁷⁾ mieux que par les chutes. Reflexions sur ce que c'est que la Terre comparée à ce vaste bâtiment. Cela paroîtra encore plus

[Fig. 100]



³²⁾ Dans le „Systema Saturnium” de 1659.

³³⁾ Le mot est difficilement lisible et incertain. Huygens eût pu écrire: „que tous ne l'approuvent pas”; voyez la citation de Fabri à la p. 308 qui précède.

³⁴⁾ Nous avons cité ces lignes dans l'Avertissement en indiquant pour quelle raison elles peuvent avoir été biffées. Voyez sur la parallaxe de Vénus la note 14 de la p. 602 qui suit.

³⁵⁾ Voyez le Traité d'Aristarque cité dans le § 44 qui suit.

³⁶⁾ Les vers qui suivent ne se trouvent pas, comme on pourrait le croire, dans le traité „De Immenso et Innumerabilibus” de Giordano Bruno (ni dans son „De Monade, Numero et Figura”).

merveilleux en imaginant la distance des étoiles fixes. L'orbite de la terre comme un point à cette distance. Par la hauteur du Pole égale en toutes les saisons, par la distance invariable des fixes entre elles, et de celles qui sont proches avec la lunette. Hook ³⁷⁾. Mieux que luy en supposant qu'elles sont des soleils, et en prenant une petite parcelle du soleil par un trou à mettre un cheveu et s'en éloignant jusqu'à ce que cela paroisse comme une des plus grandes fixes, supposant qu'elle soit égale au soleil.

§ 31. En marge: Pour paroître dans une même surface ce n'est pas le moindre argument qu'elles soient ainsi placées ³⁸⁾. Leur inégalité plutôt est un argument au contraire. Ne paroissent que comme des points par les lunettes. Erreur de ceux qui leur donnent des diamètres considérables. J'ay montré quelle en peut être la cause. Selon eux l'orbite de la terre feroit une parallaxe considérable ⁴⁰⁾.

§ 32. Combien petit le soleil paroîtroit aux premières fixes, aussi petit qu'elles à nous. Donc ne peuvent pas être éclairées par le soleil que comme la terre par une des fixes. Partant elles ont leur propre lumière. En disant qu'elles ont leur propre lumière comme le soleil, et qu'elles ne sont pas moindres que luy, c'est dire que ce sont des soleils.

§ 33. Quand je pense à l'excellence et à la sublimité de ces connoissances et combien elles sont au dessus de la capacité du commun des hommes, je doute s'il ne feroit pas mieux de ne les exposer pas publiquement à tous. Et j'ay souvent souhaité qu'il y eût

Nous ignorons d'où Huygens les a pris, si tant est qu'ils ne sont pas de lui-même (ce que nous ne pensons pas à cause de l'écriture peu soignée).

³⁷⁾ Comparez la p. 807 qui suit du Lib. II du „Cosmotheoros”.

³⁸⁾ Huygens entend sans doute parler de la brochure de R. Hooke de 1674 „An attempt to prove the motion of the earth from observations”, qui constitue aussi la première des „Lectiones Cutlerianæ or a Collection of Lectures physical, mechanical, geographical and astronomical etc.” by Robert Hooke. London, Printed for J. Martyn, Printer to the Royal Society, at the Bell in S. Pauls Church-yard. 1679. L'auteur y décrit ses efforts (vains, il est vrai) pour découvrir la parallaxe de certaines étoiles due au mouvement de la terre autour du soleil; il reste persuadé, malgré l'opinion de Tycho Brahé, de Riccioli, de Tacquet et d'autres, que ce manque de succès n'est pas dû à l'absence de toute parallaxe, mais seulement à sa petitesse (selon lui, pour une étoile déterminée, la parallaxe „may be about 27 or 30 seconds”). Il est presque superflu de dire que Hooke suppose, de même que Huygens, que les étoiles sont des soleils (p. 6: „supposing all the fixt Stars as so many Suns”); la remarque de Huygens „Mieux que luy” se rapporte à la méthode de Hooke d'évaluer les grandeurs des étoiles, basée sur l'estimation de leurs parallaxes et sur l'évaluation également incertaine, ou plutôt fautive, de leurs diamètres apparents.

³⁹⁾ Comparez les p. 190 et 192 du T. XVI.

⁴⁰⁾ Voyez les p. 190 et 234—237 du T. XV.

moyen de communiquer ces pensées seulement à ceux que l'on voudroit, en excluant les autres. Mais j'ay pensé depuis qu'ils s'excluent eux mêmes, par ce qu'ils rejettent d'abord ces speculations comme absurdes, ne concevant pas qu'il se puisse faire qu'on puisse parvenir à connoître la disposition ni la mesure de choses si éloignées. — En marge: Ces reflexions peut estre ailleurs.

§ 34. Reflexions physiques sur les fixes. Contre Kepler qui veut un grand espace autour du soleil en comparaison de celui qui est autour des autres fixes. Il croioit que c'estoit icy la principale partie du monde à cause de ses proportions des corps réguliers rencontrées dans les distances des planètes. Ce qui est vain aussi bien que les proportions des corps planétaires qu'il avoit supposées fausses comme il a reconnu luy même depuis les lunettes trouvées ⁴¹⁾).

§ 35. Contre des Cartes que les tourbillons ne sont pas contigus. Frivole preuve qu'il donne du mouvement du vortex plus viste au dessus de Saturne. qu'il le vouloit à cause des Comètes, ou il se trompe ⁴²⁾ comme je feray voir un peu après. — En marge: contre D. Rembrantz ⁴³⁾).

Établissement des tourbillons. Nécessité, parce qu'autrement les corps circulants s'éloignent du centre. Confirmez par le mouvement de toutes vers le même costé. Argument contre Tycho que le tourbillon du soleil elideroit et absorberoit le tourbillon de la terre.

Apparemment nous avons affaire ici à un argument de Huygens lui-même — comparez la fin du § 26 qui précède — contre le système de Tycho Brahé. Brahé, lui, ne parle pas de tourbillons. Huygens veut dire que, dans le système de Brahé, le soleil devrait être pourvu d'un si puissant tour-

⁴¹⁾ De même que Copernic, Kepler place le soleil au milieu du monde terminé par la sphère des étoiles fixes, nullement comparables au soleil. Dans l'„Epitome Astronomiæ Copernicanæ” il s'exprime comme suit (Lib. Quartus, Pars I „De partibus Mundi præcipuis” p. 439): „Quoad calorem, Sol focus mundi est: ad hunc focum Globi in intermedio sese calefaciunt: fixarum sphaera continet calorem, ne diffuset, veluti quidam mundi paries, pellis aut vestis . . . fixarum sphaera glacies est seu sphaera crystallina, comparare loquendo”. Il donne une évaluation du diamètre de la „sphaera fixarum”; p. 492: „Sicut diameter Saturni, extimæ sphaeræ mobilium, continet in se diametrum corporis Solaris bis millies circiter: Sic etiam diameter sphaeræ fixarum contineret diametrum Saturni in se ferè bis millies”. Mais à côté de cette „superficies extima” il existe aussi suivant lui (p. 596) une „superficies intima fixarum” à grande distance du soleil.

Il est fort connu que Kepler mit les distances des planètes du soleil en rapport avec les cinq corps réguliers dans son „Mysterium cosmographicum” (ou „Prodromus dissertationum cosmographicarum, continens mysterium cosmographicum de admirabili proportionibus orbium coelestium, etc.”) de 1596; idée à laquelle il resta toujours attaché quoique plus tard avec quelque réserve.

⁴²⁾ Comparez les §§ 7 et 16 qui précèdent, ainsi que le § 58 qui suit.

⁴³⁾ Comparez la note 1 de la p. 288 du T. XIX. Rembrantz van Nierop admettait les tourbillons contigus de Descartes, comme nous l'avons dit aussi à la p. 130 qui précède.

billon qu'il est inconcevable que ce tourbillon laisserait la terre entierement en repos et ne troublerait pas le cours de la lune.

En marge: confirmez parce que les plus proches ont leur periodes plus courtes.

C. à. d. les planètes plus proches du soleil. Il s'agit toujours de l'équation $v_1 : v_2 = \frac{1}{\sqrt{r_1}} : \frac{1}{\sqrt{r_2}}$ (note 25 de la p. 353 qui précède). Mais en vérité cette confirmation de l'existence des tourbillons n'est pas bien éclatante puisque Huygens ne peut pas dire — voyez la p. 121 qui précède — pour quelle raison les vitesses de rotation diminueraient dans les tourbillons suivant cette loi.

§ 36. Que les planetes sont semblables a la Terre. Leur mouvement sur leur axe. Les lunes de Jupiter et Saturne, decouvertes par moy et Cassini. Regardent Jupiter et Saturne d'un mesme visage comme la nostre ⁴⁴).

§ 37. In coelo fumus ⁴⁵).

§ 38. La lune differente. sans mers ni nues ni atmosphere. Nues dans Jupiter. Qu'il y a vraysemblablement des creatures et animaux dans les Planetes. mesme des raisonnables. Argument des arbres fruitiers. arbres dans une isle ⁴⁶).

Grandeur de Jupiter et Saturne.

Ces habitans ont la pesanteur, la vue, la generation, car ils periroyent par les seuls accidents.

Anneau de Saturne. quelles apparences il fait aux Saturnicoles.

§ 39. Planetes encore au de la \mathbb{H} peutestre. Observer pour cela les estoiles pres de l'Ecliptique par les lunettes.

§ 40 ⁴⁷). Quod si ad causas tantarum rerum investigandas exspatiari libeat qu'ils s'offre une quantité de belles speculations. Quid Planetas ad solem adduxerit. Quomodo corpora globosa effecta fuerint. Pourquoi les tourbillons qui portent les lunes aillent du mesme sens que le grand tourbillon. Pourquoi l'axe de la terre et Saturne sont inclinez au plan de leur orbites.

Que quoyque Dieu ait ainsi disposé ces choses, pourtant il est certain qu'il agit par les loix immuables de la nature, et qu'il est autant permis de rechercher dans ce bas-timent du monde la suite et l'efficace des causes naturelles que dans la production du flux et reflux de la mer, du tonnerre, de l'arc en ciel et autres choses de cette sorte.

⁴⁴) Voyez sur le dernier sujet le § 54 qui suit.

⁴⁵) Comparez les §§ 11 et 28 qui précèdent.

⁴⁶) Comparez, à la p. 543 qui suit, le troisième alinéa du § 3 de la Pièce „Verisimilia de Planetis”.

⁴⁷) Nous avons déjà publié ce § 40 plus haut comme § 4 de la Pièce „Que penser de Dieu?”. Comparez l'Avertissement de la présente Pièce.

§ 41. Que quand nous voions dans le système du monde des choses qui sont d'une certaine façon, qui auroient pu être autrement; il me semble que nous en pouvons tirer un argument certain qu'elles ne sont pas de toute éternité. La terre est sphérique par exemple, ayant pu être cubique, ovale ou irrégulièrement difforme. Donc il y a eu une cause de sa rondeur, c'est à dire quelque cause naturelle ou loi du mouvement qui l'a ainsi arrondie, donc il y a eu un temps que la matière n'étoit pas encore ainsi conglobée, donc ce globe est tel depuis un temps défini. La terre est d'une certaine grandeur, ayant pu être plus grande ou plus petite. Elle tourne d'un sens dans un certain temps, ayant pu tourner de l'autre sens, ou ne point tourner, ou tourner plus lentement ou plus vite, donc il y a eu des causes de tout cela, donc il y a eu un temps que tout cela n'étoit point. — En marge: hæc omittenda, omittenda.

Le soleil de même est rond, d'une certaine grandeur, tourne en 27 jours sur son axe, cet axe decline de 7 degr. de l'axe de son tourbillon qui emporte les planètes, les quelles choses auroient pu être autrement, donc le soleil aussi n'a pas été toujours. Or le soleil et la terre et les autres planètes de même ayant eu un commencement, les hommes, animaux, plantes &c. ont eu un commencement. Ces raisonnements nous mènent à la contemplation de Dieu, en qui il paroît, par ce que je viens de dire, qu'il ne faut rien concevoir qui pourroit être autrement qu'il n'est, parce qu'il doit être éternel. — En marge: biaï pour parler de la production des hommes et animaux.

§ 42. Que s'il n'y avoit rien dans la nature que des soleils et des globes autour d'eux, composez de terre d'eau et entourez d'air, l'on pourroit concevoir comme quelques uns ont fait que Dieu n'avoit qu'à donner simplement du mouvement à la matière pour produire notre système et tous les autres. Et ceux là n'auroient point besoin de supposer une divinité si on leur accordoit que l'espace la matière le mouvement sont de toute éternité ⁴⁸). Mais quand on considère les animaux et les plantes, l'admirable construction de leur parties pour chaque usage, la manière étonnante de leur génération, il me paroît impossible que le seul mouvement donné à la matière puisse être cause de tout cela sans la coopération d'un Être infiniment intelligent et puissant. De sorte que la grandeur des cieux et ces inconcevables distances des astres dont j'ay parlé cy dessus prouvent bien moins à mon avis l'existence d'une providence que l'oeil d'un homme ou d'un autre animal ou l'aile d'un oiseau.

En marge: l'esprit humain.

§ 43. Quelle merveille n'est ce pas de plus que la première plantation des animaux sur la terre, et qui peut la concevoir sans une opération particulière de Dieu. Qu'ils

⁴⁸) L'éternité du monde, ainsi que celle de la terre, est un dogme d'Aristote (comparez la note 27 de la p. 181 du T. XX) sans toutefois que ceci le conduise à ne point „supposer une divinité”.

me disent ceux &c une manière possible comment la chose s'est passée dans ce commencement.

En marge: contre Lucrece ⁴⁹). Ne pouvoient estre enfants ⁵⁰).

⁴⁹) Lucrèce (T. Lucretius Carus), dans le Lib. V de son „De rerum natura” se dit convaincu que l'origine des choses n'est pas divine; il est d'avis — ou semble être d'avis — que, puisque le temps est infini, tout ce qui existe a pu, et dû, se former par des combinaisons fortuites sans l'intervention d'aucun facteur intelligent ou spirituel:

v. 195—199 Quodsi jam rerum ignorem primordia quæ sunt
hoc tamen ex ipsis coeli rationibus ausim
confirmare aliisque ex rebus reddere multis,
nequaquam nobis divinitus esse paratam
naturam rerum.
v. 416—431 Sed quibus ille modis convectus material
fundarit terram et coelum pontique profunda,
solis lunæ cursus, ex ordine ponam.
nam certe neque consilio primordia rerum
ordine se suo quæque sagaci mente locarunt
nec quos quæque darent motus pepigere profecto
sed quia multa modis multis primordia rerum
ex infinito iam tempore percita plagis
ponderibusque suis consuerunt conceita ferri
omnimodisque coire atque omnia pertemptare.
quocumque inter se possent congressa creare,
propterea fit uti magnum volgata per ævom
omne genus coetus et motus experiundo
tandem conveniant ea quæ convecta repente
magnarum rerum fiant exordia sæpe,
terrai maris et coeli generisque animantum.

Toutefois en un autre endroit de son poème Lucrèce s'écarte de ce système en douant ses atomes d'une certaine *préférence* ou *inclination*: nous parlons du fameux „exiguum clinamen principiorum” du vers 292 du Lib. II, que le poète justifie par les mots (Lib. II, v. 284—286)

... in seminibus ... fateare necessest
esse aliam præter plagas et pondera causam
motibus, etc.

D'ailleurs la *pesanteur* elle-même n'est-elle pas chez Lucrèce, comme chez Démocrite et Epicure, une *tendance* inhérente à la matière? Comparez, à la p. 435 qui suit, la préface de Huygens au Discours de la Cause de la Pesanteur tel qu'il fut publié en 1690.

Nous observons encore que Lucrèce ne nie pas les dieux mais qu'il est d'avis qu'ils ne s'occupent point de notre monde; Lib. II, v. 646—648:

omnis enim per se divom natura necessest
immortali ævo summa cum pace fruatur
semota ab nostris rebus sciunctaque longe.

⁵⁰) C. à. d. les premiers hommes qui aient paru sur la terre ne pouvaient être de jeunes enfants qui, sans parents, auraient péri. Comparez la p. 709 qui suit.

§ 44. ⁵¹⁾ Proportion des orbes Planétaires dans une figure sans lune ni satellites. Lieux des æquinoxes sont à peu près dans un même plan que la terre.

Proportions avec le soleil et les planètes par figure. Jupiter un peu plus petit.

Que j'ay montré dans mon traité de Saturne comment ces grandeurs se connoissent par les diamètres apparents et par les proportions susdites des Orbes. La seule grandeur de la Terre est aucunement incertaine, les autres certaines entre elles. Comment j'ay défini celle de la terre, qui est le grand problème parmi les astronomes ⁵²⁾ (en marge: que j'ay excédé tous les autres. Ricciolus ⁵³⁾ que l'on m'a alleguë, peu exactement) que les observateurs par la parallaxe de Mars l'ont confirmée ⁵⁴⁾, qu'autrement il y auroit eu quelque raison de faire la terre plus grande que ♂ ♀ ou ☿ a cause qu'elle a un satellite ⁵⁵⁾. Absurdité si l'on mettroit le soleil avec quelques uns seulement 600 fois plus grand que la Terre. Aristarchi mensura ⁵⁶⁾.

Grandeur des demidiamètres des orbites en diamètres de la Terre par nombres.

Que par une figure imaginee je vay exprimer mieux que par nombres la grande Idée du Systeme Planétaire dans une grande plaine. Orbite terrestre de 40 pieds de rayon pour y mettre au milieu le soleil cy dessus de 4 pouces et demi. et la terre comme elle y est comme un grain de moutarde. Petite portion de l'orbite terrestre icy représentée, avec le chemin de la lune et son corps. Revolution journaliere de la terre combien elle occupe de son orbite.

§ 45. Reflexion sur la petitesse de la Terre et des hommes. Et d'un autre costé de leur grandeur. de l'esprit par lequel ils comprennent ces choses en recompense. Qu'il

⁵¹⁾ Chartæ astronomicae. f. 195—196.

⁵²⁾ Comparez la p. 308 qui précède, ou consultez directement le „Systema Saturnium”.

⁵³⁾ Voyez la p. 362 du T. XV sur la valeur peu exacte obtenue par Riccioli, par la méthode de la dichotomie de la lune, pour la distance de la terre au soleil.

⁵⁴⁾ Nous avons cité ce passage à la fin de l'Avertissement qui précède.

⁵⁵⁾ La terre est en effet plus grande, non seulement que Mercure, mais aussi que Vénus et Mars. Comparez la note 7 de la p. 308 qui précède. Cependant Huygens n'aurait pas obtenu dans le „Systema Saturnium” une si bonne valeur pour la distance de la terre au soleil, autrement dit pour la parallaxe du soleil, que celle qu'il a obtenue en effet, s'il avait fait (par hasard, pourrait-on dire) sur la grandeur de la terre une hypothèse plus exacte.

⁵⁶⁾ Dans le Traité „Aristarchi de magnitudinibus et distantis solis et lunæ liber cum Pappi Alexandrini explicationibus quibusdam, a Federico Commandino Urbinatense in latinum conversus etc.”. Pisauri, apud C. Fransischinum — J. Wallis en donna une nouvelle édition en 1688 en publiant en même temps, pour la première fois, le texte grec — Aristarque arrive à la conclusion (Prop. XV et XVI) que le rapport des diamètres du soleil et de la terre est compris entre $\frac{1}{3}$ et $\frac{4}{3}$, donc celui des volumes entre $\frac{6859}{27}$ et $\frac{79507}{216}$, c. à d. entre 254 et 368. Nous ignorons pourquoi Huygens parle ici de „600 fois” ce qui est d'ailleurs du même ordre de grandeur. Il cite probablement de mémoire.

y paroît quelque chose de divin. Que nous scavons [que nous] sommes dans le ciel parmy les astres placez comme il faut pour mesurer tout. Reflexion sur nostre bonheur d'estre nez dans ce siecle ou nous jouissons du travail de tant d'autres. Que n'auroient fait ces grands hommes de l'antiquité . . . Anaxagore ⁵⁷⁾ . . .

§ 46. Les autres orbites des Planetes, leur globes comme dessus. Mesure des Cercles des Satellites de Jupiter et Saturne. Representer les 2 interieurs avec les globes et anneau sur une portion de leur orbite. Dire la mesure des cercles, leur systemes entiers en petit.

Idee de la grande distance par un boulet de Canon allant egalemeut de toute force que je mets aller aussi viste que le son, quoyque l'on dit que la vitesse d'un boulet est moins grande. 3 ans et plus en chemin entre la terre et le soleil^{5-bis}). 30 ans du soleil a Saturne. &c.

§ 47. De la distance des fixes, par defect de parallaxe. Cette distance objectee a Copernic. C'est une des beautez de son systeme [alinéa biffé].

Par la supposition des fixes egales au soleil, cent mille fois plus eloignees que la terre n'est du soleil. Ce sont les plus proches et qui scait combien de millions d'autres dispersées dans l'univers [alinéa également biffé].

§ 48. Du tourbillon autour du soleil ⁵⁸⁾, ce qu'est le soleil, son mouvement, taches, Planetes nagent dans la matiere. Demonstration de cecy. Parce que sans cela qu'est ce qui retiendroit les planetes de s'enfuir, qu'est ce qui les mouvroit. Kepler veut a tort que ce soit le soleil &c. ⁵⁹⁾. Argument d'icy pour Copernic. Períodes proportionnez aux distances. Autre argument pour Copernic.

§ 49. Raison a chercher pourquoy les planetes a peu pres dans un mesme plan, et le plan de chacune passant par le soleil (nous savons comment elles sont, mais non pas la raison pourquoy). Pourquoi elles tournent toutes d'un mesme sens en elles et leur compagnons, et dans le mesme que le grand tourbillon. Pourquoi les Excentricitez ne se redressent point. Je remarqueray en passant que ces choses fournissent un argument contre l'eternité de la terre. Car toutes ces choses et ces autres &c. ont eu quelque cause, donc un commencement, donc elles ne sont pas eternelles.

§ 50. Des Cartes trompé en ce qu'il a voulu qu'une Comete soit apperceue des qu'elle entre dans nostre tourbillon. Il s'en faut beaucoup, vu la vaste distance qu'elle a alors. On les voit disparoitre en peu de jours. Que toute sa theorie des Cometes est mal concüe ⁶⁰⁾, qu'elles naissent apparemment du soleil ou du moins pres du soleil de

⁵⁷⁾ Le célèbre physicien et astronome vivant et enseignant à Athènes au temps de Périclès (cinquième siècle avant notre ère) dont on possède un grand nombre de fragments.

^{57bis)} Plus tard Huygens corrigea le chiffre 3 en 25: voyez l'Appendice IX au „Cosmotheoros”.

⁵⁸⁾ Il s'agit toujours d'un vortex deferens; comparez l'Avertissement.

⁵⁹⁾ Comparez la note 6 de la p. 350 qui précède.

⁶⁰⁾ Comparez le § 7 qui précède.

quelque maniere que ce soit ⁶¹⁾. Parce qu'autrement si elles estoient ce que des Cartes veut, il faudroit qu'il en vint une grande quantité, puis que nous en voions si souvent et pres de nous. Leur chemin droit ou presque droit bien imaginé de Kepler ⁶²⁾. Elegans theorema Wrennij dans cette hypothese ⁶³⁾. que je crois que c'est une matiere qui brulle ⁶⁴⁾. que la queue (en marge: la queue s'explique difficilement) est une vapeur tres rare, mais qui est grossiere en comparaison de la matiere etherée. ainsi elle continue si facilement le mouvement qu'elle avoit dans la comete et quelquefois se courbe un peu ⁶⁵⁾. — Cometes pourroient rencontrer la Terre. — En marge: Cecy apres avoir parlé des fixes.

§ 51. Revertamur ad fixas. Defaisons nous de l'imagination d'estre au milieu de ces fixes esparfés. Considerons nous . . .

§ 52. Les Planetes apparemment semblables a la terre. tournent en elles mesmes, ne resplendissent que de la lumiere du soleil. Jupiter et Saturne si fort excédents la terre et estant beaucoup plus accompagnez. anneau. satellites semblables a notre lune.

Nues dans Jupiter. Probable qu'il y a des animaux, et de raisonnables mais tres differents de ce que nous sommes en figure grandeur.

Quelle diversité nouvelle et de choses différentes des nostres n'y verroit on pas si on y estoit porté. Apparemment rien de semblable en figure vu la diversité grande d'icy a l'Amerique. Qu'il y a la pesanteur dans toutes les Planetes parce que c'est elle qui est cause de la rondeur des globes, mais que cette pesanteur peut estre ou plus grande ou plus petite que chez nous. Les mouvemens des animaux pour aller de lieu en lieu, ou en marchant, rempant, nageant ou volant, mal aisé d'imaginer d'autre moyen, et que pourtant il y en peut avoir. animaux mortels. nourriture, generation differente.

Qui est ce qui ne s' imagine le plaisir qu'il y auroit de pouvoir connoistre de pres ce qui se passe dans quelqu'une seulement de ces planetes ou terres inconnues. Cependant combien peu considere-t-on les merveilles qui s'offrent icy sur la terre que nous habitons. Elles sont assurément [autre leçon: apparemment] autant dignes de remarque que celles qui sont dans aucun[e] des autres terres, et la mesme admiration que nous aurions d'entendre rapporter les choses de Jupiter a quelqu'un qui viendrait de ce país la, auroit un habitant de Jupiter, supposé qu'il y en ait, a entendre quelqu'un

⁶¹⁾ Comparez les p. 294 et 305 du T. XIX. Voyez cependant aussi les p. 307 et 309 du même Tome.

⁶²⁾ Voyez les p. 276 et suiv. jusqu'à la p. 310 du T. XIX.

⁶³⁾ Voyez les p. 285 et 307 du T. XIX.

⁶⁴⁾ Comparez le § 16 qui précède.

⁶⁵⁾ Comparez la p. 309 du T. XIX.

de nous raconter ce qu'il y a à voir icy sur la terre. J'ay trouvé en moy que cette reflexion sert a reveiller dans mon esprit l'attention pour la contemplation des choses naturelles et a chasser cette insensibilité que fait naître l'accoutumance. Je m' imagine la relation que feroit ce pelerin revenu de la terre dans Saturne ou Jupiter. Comment premierement il leur depeindroit la différence de choses celestes vues d'icy. Puis de nos Elements. arbres. animaux. hommes. leur figure. arts. Sciences. batimens. Nourriture. gouvernement. guerres. Mœurs [?]. Religion.

Qu'ils ont la vue pour contempler ces merveilles qui affurement n'ont pas esté faites pour nous seuls et nostre contemplation. Car la plus grande partie n'est point apperçue ni scüe de nous, et de ce qui est exposé a nostre vue y en a-t-il un parmi cent mille qui les contemple avec quelque attention, et comme elles meritent.

§ 53. Quelle astronomie en Saturne et en Jupiter. anneau. quelles apparences. qu'il est malaisé de s'imaginer qu'ils aient les sciences comme nous, ni ce qu'ils pourroient avoir en recompense. S'ils ont l'astronomie ils ne peuvent l'avoir sans instruments ni sans geometrie semblable a la nostre. Que la lumiere et la chaleur qu'ils recoivent du soleil leur suffit parce qu'ils y sont proportionnez. Et que de mesme ceux de Venus et Mercure n'ont pas trop chaud ni ne sont pas eblouis des rayons du soleil. C'est une erreur d'examiner tout cela par raport a nous. de croire que nous sommes les bien temperez.

§ 54. De la lune. qu'il n'y a point de mers rivières ni nûes. ni atmosphere. Objection de quelques eclipses. Phocyl. p. 264⁶⁶).

De mes lunettes de 125 pieds. qu'il pourroit y avoir pourtant quelque espeece d'animaux et plantes nourries d'une autre substance que d'eau que le soleil ne peut refondre en vapeurs.

Lunes des planetes tournent aussi le mesme costé a leur principaux. Cela paroît par l'extreme de Saturne.

Il s'agit ici du satellite Japet qui resta „l'extreme” jusqu'à la découverte de Phoebe par W. H. Pickering vers 1900. Cassini („Histoire de la découverte de deux Planetes autour de Saturne, faite à l'Observatoire Royal”, Journal des Sçavans du 15 mars 1677) remarque qu' „il y a apparence qu'une partie de [la] surface [du satellite nommé] n'est pas si capable de nous réfléchir la lumiere

⁶⁶) Huygens cite le livre ΗΑΝΣΦΑΙΝΟΣ *Εκλειπτικῶν Διαρχήματα* Id est Dissertatio Astronomica quæ occasione ultimi lunaris anni 1638 deliquii Manuductio sit ad cognoscendum I Statum Astronomiæ, præsertim Lansbergianæ. II Novorum Phenomenon Exortum & Interitum. Autore Ioanne Phocylide Holwarda, Franekeræ, Typis Idzardi Alberti, ejusdemque & Ioannis Fabiani Theuring, impensis. 1640. (Nous ajoutons que Holwarda, cité e.a. à la p. 83 du T. XVIII, publiée en outre, à Harlingen, une „Friesche Sterre-konst” en 1652 et 1653. À la p. 264 nommée Holwarda parle en effet, à propos des „Lune deliquia”, d'un „vaporosus Lunæ undique circumfusus orbis”, c. à. d. d'une atmosphère.

du Soleil qui la rend visible que l'autre partie". Ceci permet de conclure à „une exposition du même hemisphere à Saturne, à peu près comme celui de la Lune à la Terre". Mais Huygens a-t il le droit d'en conclure qu'il en est de même pour tout autre satellite? Il semble bien que non.

§ 55. J'ay parlé jusqu'icy du seul système autour du soleil, des globes qu'il enferme et de l'étendue qu'il peut avoir. Qui étant grand comme nous avons fait voir, ce n'est qu'une minima pars mundi. Pour avoir la véritable idee du monde il faut passer en suite aux estoiles fixes que l'on estime aujourd'hui et avec beaucoup de raison estre autant de soleils, ou estre chacune semblable à un soleil, en sorte que l'opinion des anciens Philosophes Democrite ⁶⁷⁾ et des modernes le Cardinal de Cusa ⁶⁸⁾, Brunus ⁶⁹⁾ et autres qui ont passéz auparavant pour des chimeres sont devenues des veritez ou fort probables.

Touchant les quelles il faut premierement scavoir que quoy qu'elles nous semblent toutes dans une même surface de sphere, il est pourtant fort peu vraisemblable qu'elles feroient de cette maniere, car on sait que cette apparence ne prouve rien parce qu'elle fait paroître la lune, le soleil, et les planetes dans cette même surface de sphere quoy qu'elles n'y soient point. De plus étant constant que les fixes ont leur propre lumiere comme le soleil, et n'y ayant rien qui empêche de croire qu'elles ne soient aussi grandes que luy, l'on peut dire que ce sont en effect autant de soleils, et le nostre un de leur nombre. Elles ne sont donc pas dans une même surface spherique parce qu'autrement nostre soleil y feroit aussi ce qui n'est point. Or la grande distance des fixes (en marge: opinion de Kepler ⁷⁰⁾ que le soleil est entouré d'un bien plus grand espace que les fixes. ses raisons nulles) paroît premierement de ce que tout le grand orbe que la terre parcourt n'est pas assez grand pour causer aucune visible parallaxe ou variation de vue dans ces estoiles, quoyqu'il y en ait qui ont cru en avoir trouvé de . . . qui si elle y estoit se feroit appercevoir de plus d'une maniere quand même les

⁶⁷⁾ Voyez la note 15 de la p. 351 qui précède.

⁶⁸⁾ „D. Nicolai de Cusa Cardinalis utriusque Juris Doctoris, in omnique Philosophia incomparabilis viri Opera. In quibus Theologiæ mysteria plurima, sine spiritu Dei inaccessa, iam aliquot seculis uelata & neglecta reuelantur. Præterea nullus locorum communium Theologiæ non tractatur. Item in Philosophia præsertim in Mathematicis, difficultates multæ, quas ante hunc autorem (ceu humanæ mentis captum excedentes) nemo prorsus aggredi fuit ausus, explicantur et demonstrantur. Etc". Basileæ, ex officina Henricipetrina, MDLXV.

La première partie débute par le Traité „De docta Ignorantia", où l'auteur parle e.a. (p. 40—41) des „aliarum stellarum habitatores, qualescunque illi sint . . . suspicantes in regione Solis, magis esse solares claros & illuminatos, intellectuales habitatores, spirituales etiam quam in Luna . . . suspicantes nullam inhabitatoribus carere, quasi tot sint partes particulares mundiales unius universi, quot sunt stellæ: quarum non est numerus . . . nisi apud eum qui omnia in numero creavit".

⁶⁹⁾ Voyez la note 16 de la p. 351 qui précède.

⁷⁰⁾ Voyez la note 41 de la p. 361 qui précède.

fixes ne feroient que egalemeut distantes, mais si elles sont disperſees et les unes ſont beaucoup plus eloignees que les autres il arriveroit que les diſtances apparentes de quelques prochaines changeroient a la vue, ſur tout entre quelqu'une des plus proches de nous et une qui ſeroit pluſieurs fois plus eloignee, ce qui pourtant ne s'apperçoit point, non pas meſme avec les teleſcopes ⁷¹⁾).

En marge: Ces raiſons plus ſuccinẽtement ou renvoyer a Des Cartes et autres.

§ 56 ⁷²⁾. Une maniere de compter en quelque forte la diſtance des fixes eſt de ſuppoſer une des plus claires egale au ſoleil et voir la quantieme partie elle fait de la lumiere du ſoleil. Premièrement la quantieme fait la lune du ſoleil, faiſant un petit trou qui eclaire (eſtant oppoſe au ſoleil au bout d'un tuyau) autant que la lune pour lire des lettres. Puis comparer la lune a cette eſtoile en regardant une parcelle de la lune par un petit trou au bout d'un pareil tuyau. Cela ira pour le moins a 100000 fois la diſtance du ſoleil. Ces diſtances ſont en raiſon ſous double des clartez.

En marge: $\begin{array}{r} 30' \\ 60'' \\ \hline 108000'' \end{array}$ Soe de ſon 100000 mael verder wær, dan ſoude ſijn diameter 1'' ſijn. op 57 voet is 1 voet een græd, $\frac{1}{3}$ duijn een minut, $\frac{1}{360}$ duym een ſecond. $\frac{1}{18000}$ duijn een terce. ſulcken gætje koſt men mæcken van de ſon door te ſien met een buys van 57 voet. mær men kan 't ſoo kleyn niet mæcken en noch min meten.

§ 57. Cette grande diſtance a eſtẽe objectee a Copernic devant qu'on euſt l'invention des Teleſcopes, parce que jugeant alors les diametres appareus des fixes (premiere grandeur) de 2 ou 3 minutes on concluoit qu'elles eſtoient chacune plus grande en diametre que le grand orbe de la terre. Or cela ceſſe depuis que les diametres ſont imperceptibles par les plus longues lunettes. a moy touſjours ⁷³⁾).

§ 58. Il ne ſera pas hors de propos de parler icy de l'opinion de Deſcartes ⁷³⁾ touchant l'eſtendue et diſpoſition des Tourbillons autour de chaque eſtoile fixe dont il a donnẽ une idee qui me ſemble peu veritable. C'eſt qu'il entaſſe et enclave ces tourbillons les uns avec les autres faiſant leur exterieures ſurfaces qui ſe touchent, ce qui me paroît peu juſte vu la grande diſtance des fixes ou ſoleils entre elles. Car elle m'empẽche de croire que la circulation du tourbillon par exemple autour de noſtre ſoleil parviene juſqu'à moitiẽ chemin de l'eſpace qui eſt entre le ſoleil et les plus prochaines fixes, mais je tiens pluſtoſt qu'il en eſt comme d'un petit tourbillon au milieu de l'eau de quelque grand etang, qui eſt bien loin de ſe faire ſentir vers les bords. Et ainſi je conſidere pluſieurs tourbillons des fixes au ciel comme pluſieurs petits tourbillons dans un lac, qui laiſſent l'eau entre deux fort en repos quant a eux, la diſſem-

⁷¹⁾ Voyez la note 40 de la p. 360 qui prẽcede.

⁷²⁾ Comparez le § 15 qui prẽcede oũ nous renvoyons auſſi à d'autres endroits.

⁷³⁾ Comparez les §§ 7, 16 et 35 qui prẽcedent.

blance estant seulement que les tourbillons dans le lac sont dans une seule surface et ceux du ciel dispersez dans un espace estendu de tous costez. Il paroît qu'il n'a pas consideré la petitesse du système planetaire a l'égard de la distance des fixes quand &c. Voyez pag. 2 retro ou je parle des Cometes.

§ 59. Or ce sont icy des plus proches selon qu'il paroît, jusqu'ou iront les plus eloignees. Car qui scait quel peut estre leur nombre, puis que l'espace du monde est assurément infini. Pour ne voir aux yeux que 2 ou 3 mille estoiles et 20000 par les lunettes concluons nous qu'il n'y en a guere d'avantage. Ce n'est pas a nous a donner des limites a la nature, et il faut scavoir (autre leçon: qui ne voit) que a quelque grandeur et estendue nous la bornions, toute cette grandeur ne fera que comme rien a l'égard de l'espace au dela, et y aura moindre proportion qu'un grain de sable a toute la masse de la terre. Le reste seroit il donc vuide et n'aura-t-il pour ainsi dire créé qu'un grain de sable qui pouvoit creer une infinité de choses en comparaison. L'estendue du monde estant infinie, si le nombre des estoiles est fini, il est croiable qu'au de la il y a une infinité d'autres choses creees dont l'idée ne tombe point en notre pensée. Cependant rien n'empêche de poser (autre leçon: imaginer) le nombre des estoiles si grand que l'on veut, car de ce peu que nous en voions il n'y a point de conséquence a tirer pour leur multitude. Ainsi je ne conçois pas seulement leur nombre qu'elles peuvent avoir par des millions et miliailes ni par ces nombres avec lesquels Archimede a surpassé la multitude de grains de sable dans la sphere &c. Je me figure des nombres qui s'écrieroient avec autant de chiffres qu'il y entreroit de grains de sable dans le globe de la Terre ou dans ce monde d'Archimede. Que si ces estoiles ou soleils ont chacune aussi leur planetes autour d'eux, et dans ces planetes chacune autant de variété de creatures comme icy sur la terre, quelle magnificence incomprehensible n'en resulte-t-il point de cet ouvrage immense, et de la puissance et sagesse eternelle qui en est le maitre et l'architecte.

CONSIDÉRATIONS SUR LA FORME
DE LA TERRE.

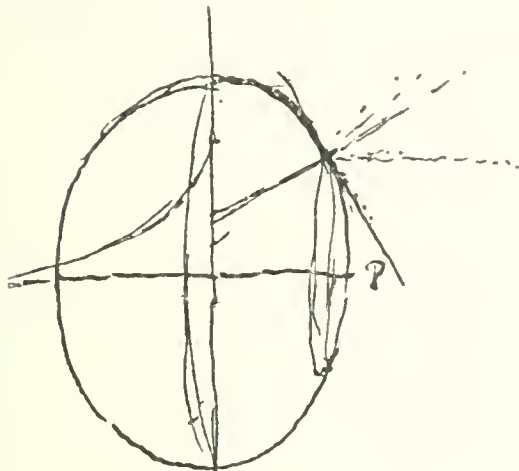
CONSIDÉRATIONS SUR LA FORME DE LA TERRE.

[FIN 1686 OU UN DES PREMIERS MOIS DE 1687] ¹⁾.

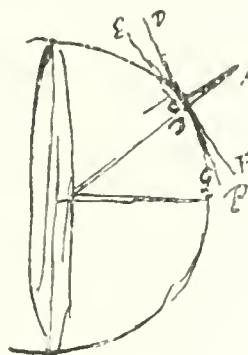
Ad hæc mentis oculos ægrè et quasi caligantes plerique
attollunt haud aliter atque ad lucis radios ij qui è diuturnis
tenebris emerfere ²⁾.

P [Fig. 101] polus boreus. Si pendula secundorum scrupulorum [Fig. 102] breviora sunt circa æquinoctialem quam circa polos aut in nostra patria aut Gallia, ut

[Fig. 101]



[Fig. 102]



¹⁾ La Pièce est empruntée à la p. 259 du Manuscrit F. Les p. 239, 261 et 271 portent respectivement les dates de septembre 1686 (citation d'un journal de cette date), de 1687 et du 13 mars 1687. La présente Pièce est donc antérieure à l'apparition des „Principia” de Newton. Nous croyons aussi devoir observer qu'il n'avait pas été question de la forme de la terre dans l'article du Num. 179 (janvier 1686) des „Philosophical Transactions” („A discourse concerning gravity and its properties etc.”) dans lequel E. Halley annonçait l'apparition prochaine de l'ouvrage de son illustre compatriote.

²⁾ Nous avons déjà cité à la p. 31 du T. XVIII ces lignes que Huygens lui-même place en tête de la présente Pièce. C'est, disions-nous, probablement à Platon, et non pas à Shakespeare, qu'il emprunte l'expression „mentis oculi”.

Cette expression se trouve d'ailleurs aussi chez Cicéron „de Oratore” Lib. III § 163.

aliqui se observatione comperisse affirmant ³⁾, causa ejus erit motus telluris diurnus circa axem suum qui vi centrifuga plus adimit de gravitate corporum in magno circulo latorum quam de eorum qui minores circuitus faciunt. Sed ex eadem causa, sequeretur etiam perpendiculara hic terrarum aut in Gallia non tendere ad Terræ centrum sed plumbum suspensum paucillum versus meridiem recedere. Quo fieret ut libellæ planum descenderet infra horizontem, cum septentrionem versus spectamus. siquidem Telluris forma sphaerica est. Hoc autem non contingit. Ergo formam sphaericam tellus non habet, sed sphaeroidis latæ sive *τυροειδούς*, et sitantillum a sphaera recedentis, ejus formæ causa credenda est eadem illa conversionis diurnæ vis centrifuga.

Malgré le mot „ergo” Huygens comprend évidemment, aussi bien que nous, qu’il n’est pas possible de conclure logiquement des considérations qui précèdent à l’existence d’une forme précisément sphéroïdale, c. à. d. ellipsoïdale.

Vis gravitatis effectrix globum facere conatur, sed vis centrifuga, ex motu diurno, à centro magis rejicit partes ejus prout æquatori propiores.

Nec aliqua observatione contrarium probari posse arbitror. In Jovis planeta vero manifesto ejusmodi figura apparet, quod sæpe observatum a me et alijs, nec mirum cum tantus globus tam rapido motu convertatur horarum decem scilicet ⁴⁾.

³⁾ Voyez les p. 635—636 du T. XVIII sur l’observation bien connue de 1672—1673 de Richer à Cayenne. Il ressort de la lettre du 1 mai 1687 de Huygens à de la Hire (T. IX, p. 130) qu’il connaissait le „Traité du mouvement des eaux etc.” de 1686 de Mariotte, où se trouve rapportée „l’observation du Sr. Varin” lequel avait mesuré la longueur du pendule à secondes dans l’île de Gorée près du Cap-Vert, observation dont Huygens dit qu’elle „ne garde point de proportion avec celle de Mr. Richer”. Voyez encore sur l’observation de Varin l’Appendice II à la p. 405 qui suit.

⁴⁾ Dès 1665 Cassini avait trouvé 9 h. 56 m. pour la durée de la rotation de Jupiter: voyez la note 1 de la p. 156, ainsi que la p. 157, du T. XV, et la Fig. 117 de la p. 412 qui suit, représentant la planète aplatie par la rotation.

DE LA CAUSE DE LA PESANTEUR.

DE LA CAUSE DE LA PESANTEUR.

[1686 ou 1687]

Tel est le titre de la Pièce publiée en 1693 dans les „Divers ouvrages de mathématique et de physique par Messieurs de l'Académie Royale des Sciences”. Dès septembre 1686 Huygens se proposait d'envoyer cette Pièce à de la Hire comme nous l'avons rappelé, d'après le T. IX, à la p. 619 du T. XIX. Toutefois l'expédition, à d'Alencé, n'eut lieu qu'en juin 1687 ¹⁾. La Pièce, aussi bien que celle qui précède, est antérieure à l'apparition des „Principia” de Newton. C'est en substance le Mémoire du 28 août 1669 déjà publié aux p. 631—640 du T. XIX ²⁾ et faisant partie du débat de cette année à la dite Académie sur la cause (ou „les causes”) de la pesanteur; mais Huygens en avait modifié le texte en bien des endroits comme nous l'avons dit aussi à la page nommée du T. XIX.

Il n'y a pas lieu de tenir compte ici ³⁾ de tous les petits changements apportés au texte qui n'en altèrent pas le sens ⁴⁾, d'autant plus que le même Mémoire ou Discours est publié aussi plus loin dans le présent Tome dans la forme que Huygens lui donna en 1690 et qui se rattache en grande partie à celle, antérieure, de 1687—1693.

Ce qu'il convient d'imprimer ici c'est seulement la partie de la Pièce de 1687—1693 dont le texte, nous l'avons dit dans la note 2 de la p. 636 du T. XIX, diffère beaucoup de celui de 1669; en le comparant avec le texte correspondant du Discours de 1690 on pourra constater d'autre part qu'en cette dernière année, ou plutôt en 1689, Huygens ne reproduisait pas le texte de 1687—1693 sans modifications.

Or la raison ⁵⁾ pourquoi des corps pesans que nous voyons descendre dans l'air, ne suivent pas le mouvement sphérique de la matière fluide, est assez manifeste; parce qu'y ayant de ce mouvement vers tous les costez, les impulsions qu'un corps en reçoit se succèdent si subitement les unes aux autres, qu'il y intercede moins de temps qu'il ne lui en faudroit pour acquérir un mouvement sensible.

Mais comme il semble que cette seule raison ne suffit pas pour empêcher que les corps les plus menus que l'oeil puisse appercevoir, comme sont les brins de poussière qui voltigent dans l'air, ne soient point chassés çà & là par la rapidité de ce mouvement, il faut

¹⁾ T IX, p. 95.

²⁾ Dans la l. 17 de la p. 635 du T. XIX le mot „centre” est une faute d'impression pour „costé”.

³⁾ Voyez d'ailleurs sur ce sujet les notes des p. 633—639 du T. XIX.

⁴⁾ Exemple: la publication de 1693 commence par les mots: „Pour trouver une cause intelligible de la pesanteur”, tandis que le Mémoire de 1669 avait: „Pour chercher une cause intelligible de la pesanteur”.

⁵⁾ Comparez la l. 10 de la p. 636 du T. XIX.

ajouter que ces petits corps ne nagent pas dans la seule matiere liquide qui cause la pesanteur, mais, qu'outre celle-cy, il y a dans les espaces qui sont autour de nous encore d'autres matieres de differens degrez, dont quelques-unes sont composées de particules plus grossieres, qui estant differemment agitées & reflexies entre elles, mais ne suivant pas le mouvement rapide de nostre matiere, peuvent aussi empescher ces corpuscules de la suivre & d'en estre emportez. L'on sçait qu'il y a autour de la Terre premièrement les particules de l'air, lesquelles on fera voir un peu plus bas estre plus grossieres que celles de la matiere liquide que nous avons supposée. On a de plus des raisons qui font croire qu'il y a encore une matiere dont les particules sont plus menuës que celles de l'air, mais d'un autre costé plus grossieres que celles de nostre matiere liquide. Car j'ay trouvé dans les experiences du vuide, outre la pesanteur de l'air, encore celle d'un autre corps invisible, qui fait sentir son poids là ou il n'y a point d'air, ayant veü, non sans étonnement, que ce poids soutient l'eau suspenduë dans un tube renversé au dedans d'un vaisseau de verre dont l'air a esté tiré, & qu'il fait couler l'eau d'un siphon recourbé dans le vuide de mesme que dans l'air, pourvu que l'eau dans ces experiences ait esté purgée d'air, ce qui se fait en la laissant pendant quelques heures dans le vuide.

Voyez une discussion sur cette expérience de Huygens de 1673 aux p. 242—246 de notre T. XIX (Appendice à „la Machine Pneumatique”). On peut voir aussi aux p. 560, 563, 585 et 595 du même Tome qu'à un moment donné, antérieur à 1687, Huygens identifia l'„air subtil” qu'il croyait avoir découvert par cette expérience, avec l'éther lumineux. On remarquera que dans la présente Pièce il ne parle toutefois que d'„un autre corps invisible” sans dire que ce „corps” serait identique avec l'éther. Cette identification ne lui paraissait sans doute pas bien certaine.

Il paroît par là premièrement que les particules du corps pesant & invisible sont plus petites que celles de l'air, puis qu'elles passent au travers du verre qui exclut l'air, & qu'elles y sont appercevoir leur pesanteur. Il paroît de plus qu'elles doivent estre plus grossieres que les particules de la matiere fluide qui cause la pesanteur, afin que le corps qu'elles composent ne suive pas le mouvement de cette matiere, parce qu'en le suivant il ne seroit pas pesant. Il peut y avoir autour de nous encore d'autres sortes de matieres de differens degrez de ténuité, quoy que toutes plus grossieres que n'est la matiere qui cause la pesanteur; lesquelles contribuëront donc toutes à empescher les petits brins de poussiere d'estre emportez par le mouvement rapide de cette matiere, parce qu'elles ne suivent pas ce mouvement elles-mêmes.

L'alinéa qui suit a été supprimé dans le Discours tel qu'il fut publié en 1690. Voyez la p. 432 qui suit sur la raison, assez évidente, de cette suppression.

Et quoy que par là ces matieres doivent avoir de la pesanteur, suivant l'explication que nous en donnons, il n'est pas nécessaire toutefois de s'imaginer leurs particules comme estant entassées les unes sur les autres, puis que l'on sçait que l'air ne laisse pas de peser, bien que ses particules soient dispersées avec beaucoup d'autre matiere entre deux: car c'est ce que je pourrois prouver facilement; comme aussi qu'il suffit, pour produire l'effet de la pesanteur, que les particules d'une matiere pesante, quoy

que séparées les unes des autres, soient remuées en des sens differens, qu'elles s'entrechoquent, & qu'elles frappent contre les surfaces des corps qui leur sont exposez.

Il ne faut pas au reste trouver étrange ces differens degrez de petits corpuscules, ni leur extrême petitesse. Car bien que nous ayons quelque penchant à croire que des corps à peine visibles sont déjà presque aussi petits qu'ils peuvent l'être, la raison pourtant nous dit que la même proportion qu'il y a d'une montagne à un grain de sable, ce grain la peut avoir à un autre petit corps, & celui-cy encore à un autre; & cela autant de fois que l'on voudra.

Cette extrême petitesse des parties de nostre matière fluide se doit encore supposer nécessairement à cause d'un effet considérable de la pesanteur, qui est que des corps pesans enfermez de tous costez dans un vaisseau de verre, de metal, ou de quelque autre matière que ce soit, se trouvent peser toujours également. De sorte qu'il faut que la matière que nous avons dit causer la pesanteur, passe tres-librement au travers de tous les corps que nous estimons les plus solides, & avec la même facilité qu'à travers de l'air.

Il s'ensuivroit aussi, s'il n'y avoit pas cette liberté de passage, qu'une bouteille de verre peseroit autant qu'un corps de verre solide de la même grandeur; & que tous les corps solides d'égal volume peseroient également, puis que, selon nous, la pesanteur de chaque corps est réglée par la quantité de la matière fluide qui doit monter en sa place.

Ce qui fait donc la difference de pesanteur entre les corps terrestres, comme les pierres, les métaux, &c. c'est que ceux qui sont plus pesans contiennent plus de parties qui empêchent le passage libre de la matière fluide: car il n'y a que celles-là en la place desquelles cette matière puisse monter. Mais comme l'on pourroit douter si ces parties doivent être solides, parce qu'étant vuides elles devroient, par la raison que je viens de dire, faire le même effet; je démontreray icy, qu'elles sont nécessairement solides; & que par conséquent la pesanteur des corps suit précisément la proportion de la matière qui les compose, & qui s'y tient arrêtée. En quoy M. Descartes a été d'un autre sentiment, aussi-bien qu'en ce qui regarde la liberté avec laquelle cette matière traverse les corps qu'elle rend pesans. Nous examinerons cy-après ses raisons.

Huygens eût aussi pu s'exprimer comme suit: „Je démontrerai que la pesanteur des corps suit précisément la proportion de la matière qui les compose [c'est ce qu'il savait déjà en 1668; voyez les p. 625 et 627 du T. XIX]; par conséquent elles (c. à. d. les parties ou particules qui composent les corps) sont nécessairement solides”.

Nous avons dit à la p. 316 du T. XIX que la matière chez Huygens est „plus ou moins semblable à une collection de petites billes pleines *ou creuses* et de petites poutres [ou polyèdres⁶⁾] de formes

⁶⁾ Il faut pourtant observer que Huygens n'a apparemment aucune prédilection pour des atomes à surfaces *planes*. Voyez la p. 386 du T. X (lettre à Leibniz de 1693) ainsi que les remarques *h* de la p. 321 et *j* de la p. 431 du même Tome (notes à des lettres de Leibniz de 1692 et 1693).

diverses, ou plutôt à une série de collections de ce genre". Il paraît maintenant que, en tout cas depuis 1668, les particules creuses doivent être exclues, du moins celles qui enfermeraient de toute parts des espaces vides; mais celles que nous avons désignées par l'expression *particules-squelette* (T. XIX, p. 4; voyez aussi les p. 386 et 685 du même Tome) ne sont nullement exclues.

Pour prouver ce que je viens de dire, je feray remarquer icy ce qui arrive dans le choc de deux corps quand ils se rencontrent d'un mouvement horizontal. Il est certain que la résistance que font les corps à être meûs horizontalement, comme feroit une boule posée sur une table bien unie, n'est pas causée par leur poids vers la terre, puis que le mouvement lateral ne tend pas à les éloigner de la terre, & qu'ainsi il n'est nullement contraire à l'action de la pesanteur qui les pousse en bas.

Il n'y a donc rien que la quantité de la matière attachée ensemble que chaque corps contient, qui produise cette résistance; de sorte que si deux corps en contiennent autant l'un que l'autre, ils réfléchiront également, ou demeureront tous deux sans mouvement, selon qu'ils seront durs ou mols. Or l'expérience montre que toutes les fois que deux corps réfléchissent ainsi également, étant venus à se rencontrer avec d'égales vitesses, ces corps sont d'égale pesanteur. Il s'ensuit donc que ceux qui sont composez d'égale quantité de matière sont aussi d'égale pesanteur; ce qu'il falloit démontrer.

J'ay dit que M. Descartes estoit en cecy d'un autre sentiment, comme encore en ce qui regarde le passage libre de la matière qui cause la pesanteur, au travers des corps sur lesquels elle agit. Cela paroît, pour ce qui est de ce dernier point, de ce qu'il veut que cette matière fluide soit empêchée par la rencontre de la Terre, de continuer ses mouvements en ligne droite, & que pour cela elle s'en éloigne autant qu'elle peut [comparez sur ces lignes et les suivantes la Pièce de Huygens „De Gravitate" de 1668, p. 625—627 du T. XIX, que nous avons déjà citée plus haut]. En quoy il semble n'avoir pas pensé à cette propriété de la pesanteur que j'ay fait remarquer un peu plus haut. Car si le mouvement de cette matière est empêché par la Terre, elle ne penetrera non plus librement les corps des métaux ni du verre. D'où il s'ensuivroit que du plomb enfermé dans une phiole perdrait son poids, ou que du moins, ce poids seroit diminué. De plus, en portant un corps pesant au fonds d'un puits, ou de quelque mine profonde, il y devroit perdre de sa pesanteur; ce qui ne se trouve point par expérience.

Quant à l'autre point, M. Descartes prétend que quoy-qu'une masse d'or soit, par exemple, vingt fois plus pesante qu'une portion d'eau de mesme grandeur . . . Etc. Voyez la l. 15 de la p. 638 du T. XIX.

CONSIDÉRATIONS ULTÉRIEURES SUR
LA FORME DE LA TERRE.



Avertissement.

Huygens nous apprend en 1688 ¹⁾ que Newton lui avait fait don d'un exemplaire de ses „Principia” dont nous savons que l'impression fut terminée en juillet 1687. La présente Pièce montre en effet qu'en novembre 1687 le livre de Newton lui était connu ²⁾: il le reçut apparemment immédiatement après la publication.

Ce furent, paraît-il, les considérations de Newton sur la forme de la terre ³⁾ qui attirèrent en premier lieu son attention. Ceci s'explique fort bien par le fait qu'il venait d'écrire lui-même une page sur ce problème: c'est la Pièce de la p. 375 qui précède.

Dès les §§ 2 et 3 de la présente Pièce — la division en §§ est de nous, comme d'habitude — Huygens parle de l'„æquilibrium canalium ut apud Neutonum”. Or, le calcul du § 1, où il n'est pas encore question de cette méthode des canaux, mais seulement du rapport que les axes de la terre, supposée sphéroïdale, c. à. d. de la forme d'un ellipsoïde aplati vers les poles, doivent avoir entr'eux pour qu'en un endroit déterminé, d'ailleurs arbitrairement choisi, de sa surface, cette surface soit perpendiculaire à la résultante de la force centrifuge et de la pesanteur dirigée par hypothèse vers le centre de la terre, ce calcul, disons-nous, lui avait fourni pour la différence de lon-

¹⁾ T. IX, p. 305, lettre du 30 décembre 1688 au frère Constantyn.

²⁾ Dès le mois de juillet il en connaissait d'ailleurs plus ou moins le contenu par la lettre de Fatio de Duillier du 24 juin (T. IX, p. 167).

³⁾ Dont Fatio n'avait rien dit.

gueur des deux axes a (rayon de l'équateur) et b (demi-distance des poles) la valeur $\frac{1}{3\frac{1}{7}\frac{8}{8}} a$. Mais les considérations du § 4 (donnant aussi, au début, cette fraction $\frac{1}{3\frac{1}{7}\frac{8}{8}}$) font voir que si le calcul du § 2 donne pour le rapport des deux axes la même valeur, quel que soit le point choisi sur la surface de la terre, il n'en est pas de même pour les longueurs absolues de ces axes correspondant aux différents points: ce calcul n'est donc pas probant et la surface de la sphère déformée par l'effet de la force centrifuge n'est apparemment pas exactement sphéroïdale.

Par conséquent Huygens abandonne l'hypothèse de la forme exactement sphéroïdale qu'il avait déjà émise dans la Pièce de la p. 375 et qui est aussi celle de Newton dans la Proposition „Invenire proportionem axis Planetæ ad diametros eidem perpendiculares”⁴⁾.

Il n'en trouve pas moins dans les §§ 10—12, en se servant cette fois de la méthode des canaux du savant anglais⁴⁾, la valeur $\frac{1}{3\frac{1}{7}\frac{8}{8}} a$ pour la différence entre les grandeurs a et b , la section de la terre par un plan passant par l'axe de rotation étant „proximo ellipsis”, ceci dans le cas de la rotation lente en 24 heures⁵⁾ telle que nous la connaissons. Mais si la terre tournait 17 fois plus vite, elle prendrait la forme déjà indiquée dans la Fig. 106 de la remarque finale, ajoutée plus tard, du § 4 — voyez aussi le § 6 et la remarque finale ajoutée au § 7 — d'un ensemble de deux conoïdes paraboliques ayant leurs sommets aux poles et tel que le diamètre de l'équateur ferait le double de la distance des poles (donc $a - b = \frac{1}{2} a$).

Newton, lui, avait trouvé⁴⁾ une valeur $\frac{1}{2\frac{1}{2}\frac{9}{9}} a$ au lieu de $\frac{1}{3\frac{1}{7}\frac{8}{8}} a$ pour l'aplatissement (lequel est en réalité à fort peu près $\frac{1}{3\frac{1}{6}\frac{0}{0}} a$).

C'est que Huygens n'accepte pas l'attraction universelle de toutes les particules matérielles suivant la loi de Newton du rapport inverse des carrés des distances (ni d'ailleurs suivant une autre loi); par conséquent il ne croit pas à la proportionnalité dans l'intérieur de la terre — la densité étant supposée constante — de la pesanteur à la distance du centre. „Un corps pesant au fond d'un puits, ou de quelque mine profonde”, disait-il dans la Pièce de la Cause de la Pesanteur⁶⁾, „y devrait perdre de sa pesanteur, ce qui ne se trouve point par expérience”. Il ose en conclure, ou du moins il croit pouvoir baser son calcul sur la supposition, que la pesanteur reste constante jusqu'au centre de la terre. Pratiquement ceci revient, peut-on dire, à admettre la loi de Newton — du moins pour les rotations lentes où l'écart de la forme sphérique

⁴⁾ „Philosophiæ naturalis principia mathematica” de 1687, Lib. III, Prop. XIX, Prob. II.

⁵⁾ Ou plutôt en 23 h. 56 min.

⁶⁾ Fin de l'avant-dernier alinéa de la p. 382 qui précède.

est faible — en y ajoutant l'hypothèse que la densité est partout en raison inverse de la distance du centre.

Aux considérations sur la forme de la terre sont joints (§§ 8 et 9) des calculs sur la longueur variable du pendule à secondes, ou inversement sur la variation de la période d'oscillation d'un pendule déterminé, gardant par hypothèse sa longueur, lorsqu'on le transporte, du pôle p.e., en d'autres endroits de la surface du globe terrestre. La connaissance de cette variation, nous le disons aussi à la fin de l'Appendice I, était nécessaire pour corriger le calcul des longitudes basée sur l'indication des horloges transportées du Cap de Bonne Espérance à Texel dans l'expédition de 1686—1687. On peut consulter sur ce sujet la Partie „Résultats de quelques expéditions maritimes” du T. XVIII. Dans ces calculs il n'est pas question de la forme de la terre: elle y est considérée comme sphérique. Il y est parlé de la grandeur de la pesanteur apparente, c. à. d. de la pesanteur vraie diminuée de la composante verticale de la force centrifuge due à la rotation de la terre, et cette pesanteur vraie y est supposée partout la même. On peut observer que Huygens lui-même ne se sert point des expressions „pesanteur vraie” et „pesanteur apparente”; l'on ne trouve chez lui — §§ 1 et 4 — que les expressions „pondus absolutum” et „gravitas absoluta”; au § 1 il donne la définition de cet adjectif.

Au § 9 Huygens énonce sans preuve la règle que les diminutions de la longueur du pendule mathématique à secondes lorsqu'on le transporte d'abord du pôle en un premier endroit, ensuite du pôle en un deuxième endroit de la surface terrestre, sont proportionnelles aux carrés des rayons des cercles parallèles à l'équateur correspondant à ces deux endroits. C'est ce dont il donnera dans le „Discours de la Cause de la Pesanteur” de 1690 une longue démonstration géométrique; on le voit bien plus facilement en partant de la formule — comparez la p. 97 du T. XIX — $t = \tau \sqrt{\frac{l}{g}}$, qui fait voir que, lorsque g devient $g - f \cos \beta$, f étant l'accélération centrifuge et β la latitude de l'endroit considéré, il faut, pour que t conserve sa valeur, que l aussi soit multipliée par $1 - \frac{f}{g} \cos \beta$, de sorte que sa diminution est $\frac{l}{g} f \cos \beta$. Or, pour deux endroits différents, les produits $f_1 \cos \beta_1$ et $f_2 \cos \beta_2$ sont proportionnels aux carrés des rayons des cercles parallèles correspondants puisque leurs facteurs sont l'un et l'autre proportionnels à ces rayons.

Au § 13 Huygens intercale une remarque sur la cartographie: il veut placer, chaque

lieu en sa longitude et latitude" en prenant „les degrez des meridiens egaux entre eux et aux degrez de l'equateur et dans chaque parallele les degrez aussi egaux et dans la vraie proportion aux degrez de l'equateur". En d'autres termes il propose ce qu'on a coutume d'appeler la projection de Flamsteed; on pourrait donc aussi appeler celle-ci la projection de Huygens (bien qu'elle soit en réalité plus ancienne); nous nous sommes toutefois servi de l'expression usuelle „projection de Flamsteed" dans le T. XVIII à propos de la carte de Huygens [Fig. 129 de la p. 640] de l'expédition de 1686—1687 déjà mentionnée plus haut.

Quoique la remarque considérée se trouve sur une page occupée en majeure partie par des calculs sur la véritable forme de la terre, il semble bien que Huygens n'ait en vue ici que la représentation de notre planète considérée comme exactement sphérique: aussi longtemps que les longueurs des degrés du globe terrestre n'avaient pas été mesurées en des pays de latitudes fort différentes, les cartographes ne pouvaient guère faire autre chose que s'en tenir à la terre sphérique. Ce n'est qu'après la confirmation par des observations du dix-huitième siècle de l'existence d'une forme sphéroïdale et la mesure de son aplatissement qu'on a pu songer sérieusement à tracer des cartes conformes à cette réalité où, cela va sans dire, la place de chaque endroit serait indiquée, comme auparavant, par sa longitude et sa latitude ⁷).

⁷) M. Bouguer („La Figure de la Terre, déterminée par les observations de MM. Bouguer & de la Condamine, de l'Académie Royale des Sciences, envoyés par ordre du Roy au Pérou, pour observer aux environs de l'équateur", Paris. Ch. A. Jombert, 1749, Première Section III § 15, p. 15): „... la longueur des degrés de latitude va en augmentant depuis l'Equateur jusqu'au Pole".

Au lieu de $\frac{1}{308} a$ (p. 386 qui précède) Bouguer trouve $\frac{1}{77} a$ pour l'aplatissement.

Dans le dernier chapitre („Du changement que doit apporter dans toutes les Règles ou Méthodes précédentes le défaut de rondeur de la Terre") de son „Nouveau traité de navigation, contenant la théorie et la pratique du pilotage" de 1753 (Paris, H. L. Guerin et L. F. Delatour) Bouguer donne une „Table de la grandeur des degrez du Méridien, de celle des Arcs de Latitude, & des Corrections qu'il faut appliquer aux Latitudes croissantes [voyez l'Appendice III qui suit] des Cartes réduites".

En juillet 1775 fut lu à l'Académie Royale des Sciences un „Mémoire sur une question de géographie pratique, si l'aplatissement de la terre peut être rendu sensible sur les cartes, et si les géographes peuvent la négliger sans être taxés d'inexactitude?" par Robert de Vaugondy, géographe ordinaire du Roi (publié en 1775 chez l'auteur et chez A. Boudet à Paris). Vu la petitesse et l'incertitude de la valeur de l'aplatissement, de Vaugondy pense que l'Académie peut continuer à regarder comme bonnes ses cartes où cet aplatissement est négligé. Dans son Avertissement il nous apprend que „la première [carte] sur laquelle l'auteur prétend avoir fait sentir l'aplatissement de la terre" est celle de la mer Méditerranée par Bonne, maître de mathématiques et ingénieur-géographe.

CONSIDÉRATIONS ULTÉRIEURES SUR LA FORME DE LA TERRE,
entremêlées de quelques considérations sur les variations de la longueur du pendule
à secondes etc. et sur la cartographie.

[novembre et décembre 1687]

§ 1¹⁾). Si terra sphaerica est, invenimus in libello de Causis gravitatis, diminutionem ponderis absoluti sive quod esset in terra quiescente, esse sub æquatore in E [Fig. 103] $\frac{1}{289}$ ²⁾).

In \triangle° DCZ datur angulus C $\infty 49^{\circ} + 90^{\circ}$ ³⁾). Unde in puncto D invenitur diminutio $\infty \frac{1}{440\frac{1}{2}}$ ponderis absoluti; nec refert ad hoc an D punctum intelligatur in superficie Terræ sphaericæ an Ellipticæ VDY. dummodo DO eadem maneat.

$$\begin{array}{c} \text{CE} \quad \text{DO fin. compl. } 49^{\circ} \\ 100000 \text{ — } 65606 \text{ ————— } \frac{1}{289} \bigg/ \frac{1}{440\frac{1}{2}} \end{array}$$

Ex cognita ratione laterum KD ad DH et angulo KDH 49° quæritur ang. DKH. Et primo latus HK. Operatio ex regula nostra, quæ ante folia aliquot ⁴⁾).

¹⁾ Les §§ 1—9 sont empruntés au Manuscrit F, p. 298—303. La date du 6 novembre 1687 se trouve à la p. 297 et celle du 3 décembre 1687 à la p. 311.

²⁾ Par „libellus de Causis gravitatis” il ne faut pas entendre précisément la Pièce „De la Cause de la Pesanteur” — voyez la Pièce de la p. 379 qui précède — telle que Huygens l’avait envoyée à d’Alencé en juin 1687. En effet, dans cette Pièce, Huygens s’était contenté de dire, comme dans son discours académique de 1669, que la vitesse de la matière fluide qui, à son avis, cause la pesanteur, est „à peu près 17 fois plus grande que celle d’un point de la Terre situé sous l’Equateur”. Ce n’est que dans un alinéa ultérieur du „Discours” tel qu’il fut publié en 1690 que Huygens ajoute (voyez la p. 462 qui suit) qu’ „il faut que le mouvement de la Terre, tel qu’il est maintenant, oste une partie de la pesanteur, qui soit à la pesanteur entière comme 1 au quarré de 17”. Comparez ce qu’il disait déjà en 1659 (T. XVI, p. 304).

³⁾ En d’autres termes: la latitude de l’endroit considéré est de 49° . C’est apparemment à la ville de Paris que Huygens songe, quoique la „latitudo Paris a Notre Dame” du § 9 qui suit soit un peu plus petite.

⁴⁾ Cette règle trigonométrique se trouve en effet à la p. 292 du Manuscrit F. Nous l’avons publiée aux p. 455—456 du T. XX.

Ergo hinc forma ellipseos per D constituendæ cognoscitur. cujus latus transversum ad rectum ut 288 ad 289, hoc est in qua CY ad CV ut $\sqrt{288}$ ad $\sqrt{289}$, hoc est ut $288\frac{1}{2}$ ad 289 proxime, hoc est ut 577 ad 278, proxime [conformément au résultat du calcul du § 1: voyez le § 2].

Et punctum D in sphæroide habebit elevationem poli $49^{\circ}.5'.6''$ [lisez $49^{\circ}5'54''$]. Est quidem punctum D et superficies liquidi ibi collocati in sphæroide per D descripta, centrumque habente C punctum, et rationem lateris transversi ad rectum datam ac constanter eandem, sed si aliud punctum in circumferentia ED π assignatur ut π , invenietur etiam hic superficiem liquidi in sphæroide esse, centrum C habente, et rationem lateris transversi ad rectum eandem quam sphæroides VDY, sed non erit huic eadem sed similis, quippe quæ per π transibit manente eodem centro C.

Videndum ergo an posita ellipsi VDY, et proportionem KD ad DH ea quæ gravitatis absolutæ ad vim centrifugam in D puncto, an inquam, sumto alio in ellipsi eadem puncto θ , et factò ut sicut DO ad $\theta\rho$ ita DII ad $\theta\lambda$, et $\theta\mu \propto DK$, an tunc $\theta\xi$ parallela $\mu\lambda$, occurrat ellipsi VDY ad angulos rectos.

Remarque ajoutée plus tard: Hoc non poterit fieri, quia pag. 13 (numération de Huygens, correspondant à la p. 312 du Manuscrit F) inventum est lineam hanc curvam non esse ellip-

[Fig. 106]



sin. Sed hoc per æquilibrium canalium. Hoc tantum itaque possumus ut ostendamus, in singulis terræ sphericæ punctis, aquæ superficiem componi secundum superficies sphæroidum similium circa centrum C et axem CYM constitutorum, quarum sphæroidum forma ac proportio axium cognoscitur. Et quia omnes vix a sphæra telluris diversæ sunt, sequitur ipsam hanc sphæram ejusmodi sphæroidis formam affectare. quam tamen non perfecte assequitur. Fit enim aliis naturæ curva atque ea uno casu, cum nempe vis centrifuga sub æquatore ponitur gravitati æqualis, sit parabola [Fig. 106] ut apparet pag. 12 et 13⁸⁾.

§ 5. Pedes $\frac{1}{2}$ diam. terræ 19600000⁹⁾.

$\left[\frac{19600000}{587} =\right]$ 33390. tot pedibus terræ semidiameter sub æquatore superat $\frac{1}{2}$ diametrum ad polos.

C'est apparemment par erreur que Huygens prend ici $\frac{1}{587}$ au lieu de la fraction trouvée $\frac{1}{578}$. Cette dernière lui aurait donné 33901 ou, si l'on veut, 33900 pieds.

⁸⁾ Voyez les §§ 10 et 11 qui suivent.

⁹⁾ D'après la „Mesure de la Terre” de 1671 de J. Picard la longueur mesurée d'un certain degré est de 57060 toises — comme Huygens le dira dans l'Appendice I qui suit — ou 6×57060 pieds, ce qui conduit, en supposant les longueurs de tous les degrés égales entr'elles, à une valeur d'à peu près 19615800 pieds pour le demidiamètre de la terre.

$$b + x$$

$$b - x$$

$$\frac{bb - xx}{4} \propto \frac{1}{4} bb$$

$$DO \propto \angle C$$

$$OC$$

$$DO$$

$$\text{qu. } OC \propto \frac{3}{4} bb \propto xx$$

$$b - \sqrt{\frac{7}{16} bb} = \sqrt{\frac{3}{4} bb} = b / OZ$$

$$\text{qu. } OD \propto bb$$

hoc [savoir OC : OZ] est ut latus transversum ad rectum

$$\frac{7}{16} bb \propto \text{qu. } DC \dots \text{ sed } DC \text{ ad } C \angle \text{ ut } 2 \text{ ad } 1.$$

$$\text{Ergo qu. } C \angle \propto \frac{7}{16} bb$$

$$\text{Ergo } b - \sqrt{\frac{7}{16} bb} = b \quad 1 \text{ ad } 4$$

$$\frac{4b - \sqrt{7bb}}{9bb} \propto \frac{b}{7bb}$$

$$9bb \propto 7bb \quad \text{quod absurdum. Ergo VDY non}$$

potest esse Ellipsis.

Si punctum D proxime ad Y accipitur, *apparebit facile DO fieri duplam* $\triangle C$. nam quia vis centrifuga in V ad eam quæ in D, sicut VC ad DO hoc est ut KD ad DO (nam KD sumitur \propto VC) atque etiam ut KD ad DH, ideo $DO \propto DH$. Sed ut KD ad DH ita DC ad $C \angle$. Et sumpto puncto D proxime ad Y fit KD dupla DC. Ergo tunc et DH dupla $\triangle C$, ideoque et DO dupla $\triangle C$. Ergo convexitas curvæ ad Y erit quanta circumferentiæ radio TY descriptæ.

Remarque apparemment ajoutée plus tard :

Curvæ YDV naturam æquatione expressam habemus folio ab hinc 4°. ¹²⁾ quæ angulum ad V cum recta CV facit 45 gr. Et cui ad datum punctum D tangens ducitur, ponendo ut VC ad CD ita sit OZ ad CZ. Sed et aliter ut ibi ostenditur. Inno curva hæc nihil aliud est quam parabola, vertice Y, axe YT. latus rectum $\propto 2CV$.

d'un sphéroïde, mais cette remarque finale du § 4 date de plus tard. Ici Huygens suppose apparemment que même dans ce cas limite la forme sphéroïdale subsisterait. Et il admet de plus que la vraie pesanteur est la même en chaque point de la surface. Il s'agit d'examiner si, dans ces hypothèses, la résultante de la force centrifuge et de la pesanteur en un point donné de la surface est normale à cette dernière; ce qui paraîtra ne pas être le cas, de sorte que l'ensemble des hypothèses se montrera inadmissible.

Le point choisi D est tel que $DO = b =$ la moitié de VC ou $2b$, l'axe CY étant égal à b . La force centrifuge en D est donc la moitié de celle en V, autrement dit la moitié du vrai poids en D (ou ailleurs): $DH = \frac{1}{2}KD$ (ou $\frac{1}{2}VC$). — VL (ou VG) est dans la Fig. 108 égale à VC comme dans la Fig. 107; mais ceci n'importe guère. — Le triangle CDA est semblable au triangle DKH, donc „DC ad CA ut 2 ad 1”. Quant à l'équation $\frac{3}{4}bb \propto xx$, d'où résulte $\frac{7}{16}bb \propto \text{qu. } DC$, elle provient, peut-on dire, de l'équation de l'ellipse $\frac{x^2}{b^2} + \frac{y^2}{4b^2} = 1$ en y prenant y (ou OD) = b , de sorte que, pour $x = OC$, $x^2 = \frac{3}{4}b^2$.

Or, en supposant $\triangle D$ normale à l'ellipse, on aurait $DS : DO = b^2 : 4b^2$ (rapport des carrés des axes) — nous avons ajouté la lettre S à la figure — ce qui, en prenant $DS = b - \triangle C = b -$

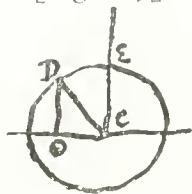
$$\sqrt{\frac{7b^2}{16}}, \text{ conduit à l'équation absurde „} 9bb \propto 7bb \text{”}.$$

§ 8. Longueur du pendule sous le pôle a celle du pendule sous l'équateur comme 289 ad 288.

En laissant donc le pendule sous l'équateur de 289 au lieu de 288, il ira trop lentement, et le nombre de ses vibrations en 24 heures au nombre des vibrations qu'il feroit s'il estoit de 288, fera comme $\sqrt{288}$ ad $\sqrt{289}$. C'est à dire comme 288 à $288\frac{1}{2}$ assez pres ou comme $288\frac{1}{2}$ a 289 ou comme 577 a 578.

$$578 \text{ — } 577 \text{ — } 86400 \sqrt{289} \text{ — } 86250\frac{1}{2}$$

[Fig. 109]



Donc si, étant de 288, il faut 86400 vibrations en 24 heures, qui feront autant de secondes, il fera, étant de 289, $86250\frac{1}{2}$ vibrations en 24 heures. C'est à dire qu'il retardera de $149\frac{1}{2}$ secondes, qui font assez pres $2\frac{1}{2}$ min.

§ 9. Latitudo Paris. $48.51'50''$ a Notre Dame.

Ex regula. Sicut qu. EC ad qu. DO [Fig. 109] ita diminutio penduli in E ad diminutionem ejus in D ¹³⁾.

	20.0000 l. qu. radij	20.00000	suivant ma règle
s.	(19.63650 l. qu. fin. compl. $48^{\circ}.51'$	19.63650	∞ bis 9.81825 l. s. c. $48^{\circ}.51'$.
	(- 2.46090 l. $\frac{1}{288}$	2.17609	l. 150
	17.17560	1.81259	l. 65" five 1'.5" retardement
s. ex	20.00000		[en un jour] a Paris. ¹⁵⁾ .

- 2.82440 l. $\frac{1}{868}$ accourcissement a Paris ¹⁴⁾.

[Longueur du pendule à Paris] 3 p[ieds]. 0 [pouces]. $8\frac{1}{2}$ li[ignes]

$$440\frac{1}{2} \text{ lig. pendule a Paris}$$

$$441\frac{1}{8} \text{ li. pendule sous le pôle}$$

$$1\frac{1}{2} \text{ accourcissement sous l'équateur}$$

$$439\frac{2}{3} \text{ lig. pendule sous l'équateur}$$

$$440\frac{1}{2}$$

$$\frac{5}{8} \text{ lig. excès du pendule a Paris sur celui sous}$$

l'équateur. et tant soit peu d'avantage. Mr. Richer avoit trouvé $1\frac{1}{4}$ lig. ¹⁶⁾.

Dans l'alinéa qui suit cette dernière équation Huygens fait une autre hypothèse sur la position du point D. La recherche du rayon de courbure en Y fait voir que la courbe VSY ne peut être une ellipse.

¹²⁾ § 10 et suiv.

¹³⁾ Voyez sur cette règle l'Avertissement qui précède.

¹⁴⁾ Appelant x l'accourcissement à Paris et β la latitude de cette ville, on a d'après la règle

$x : \frac{1}{288} = DO^2 : EC^2$, donc $x = \frac{1}{288} \cos^2 \beta$, d'où $\log x = 2 \log \cos \beta + \log \frac{1}{288} = -2.82440$.

9.78934 l. qu. fin. compl. 52°

2

19.57868

2.46090 [l. 289]

17.11778

20.00000

2.88222 . . 7 $\frac{1}{63}$ [accourcissement du pendule à la latitude 52°]

[Fig. 110]



c numerus vibrationum AC penduli [Fig. 110]. [AC = b , AB = a].

$a - \sqrt{ab} = \frac{c}{c} \sqrt{\frac{ab}{a}}$ numerus vibrationum AB.

$a - a - \sqrt{ab} = \frac{c}{c} \sqrt{\frac{ab}{a}}$

Suivent des calculs sur le retardement du pendule pour toutes les latitudes de 1° à 89°. Ils sont analogues à celui pour le retardement à Paris. P.e. pour 52°:

52° 9.78934

2

19.57868

2.17609 [l. 150]

1.75477 l. 57 [donc un retardement journalier de 57"

à la latitude de 52°].

Nous avons fait mention aux p. 639 et suiv. du T. XVIII des observations de Huygens dans les pages suivantes du Manuscrit F sur le rapport de de Graaf sur l'expédition de 1686—1687 au Cap de Bonne Espérance,

¹⁵⁾ Lorsqu'on transporte à l'équateur une horloge marchant bien au pôle, la longueur du pendule restant par hypothèse la même, elle retardera en un jour de $\frac{60.60.24}{2.288}$ ou 150", ce qui d'ailleurs a été calculé au § 8. Ailleurs le retardement journalier sera de $150 \cos^2 \varphi$ secondes.

¹⁶⁾ Voyez sur l'observation de Richer la note 3 de la p. 376 qui précède où nous renvoyons aussi à l'Appendice II de la p. 405 qui suit.

§ 10¹⁷⁾. 3 Dec. 1687. Sit $YC \propto b$. $CV \propto x$ [l'un et l'autre apparemment dans une figure analogue à la Fig. 111; dans la Fig. 112 Huygens prendra $YC \propto b$]. p vis centrifuga in V æqualis gravitati absolutæ.

$$\frac{px - \frac{1}{2}px \propto bp}{x \propto 2b}$$

[c. à. d. $CV = 2YC$. Fig. 111]

Cum ponatur vis centrifuga in V æqualis gravitati absolutæ: erit $\frac{1}{2}px$ vis centrifuga canalis VC , quæ ablata à pondere canalis CV , quod est px , relinquitur $\frac{1}{2}px$ pro pressione canalis VC versus C , quæ æqualis debet esse pressioni canalis VC versus C , quæ æqualis debet esse pressioni canalis YC versus C , quæ est bp . Hinc fit $CY \propto \frac{1}{2}CV$. Ita semper sequitur ratio CV ad CY ex data ratione vis centrifugæ in V ad pondus absolutum.

Sit $a \propto VC$ [Fig. 111]. p pondus absolutum cui æqualis vis centrifuga in V puncto.

$$a = y - p \frac{py}{a} \text{ vis centrifuga in } D.$$

Potuissem ponere a etiam pro pondere absoluto, loco p .

$$\left| \frac{DC}{xx + yy} - y - \frac{py}{a} \right| \frac{pyy}{xx + yy}$$

momentum gravitatis quod vis centrifuga in D , in canali DC , aufert a pondere absoluto tendente versus C . Sit DS hoc momentum ratione CV ponderis absoluti. Jam in punctis intermedij canalis DC erit hoc momentum ut applicatæ in $\triangle^{\circ} CDS$.

Pondus absolutum minus $\frac{1}{2} DS$ ducitur in DC : tumque hoc productum efficit totum pondus aquæ in canali DC , premens versus C : quod æquari debet ponderi YC canalís versus C prementis in quo nulla vis centrifuga inde hoc pondus fit ex YC ducta in p seu VC ¹⁸⁾.

Ex pressione æquali in canalibus DC , YC quæfivi punctum D in curva YDV , ponendo $CO \propto x$ et $OD \propto y$, unde fit æquatio naturam curvæ exprimens. Huic curvæ tangentem ex methodo duxi MD , fit $OM \frac{y^4 + aayy}{2aax}$.

¹⁷⁾ Les §§ 10—14 sont empruntés aux p. 311—314 du Manuscrit F.

¹⁸⁾ Ou plutôt: p aurait été égale à VC , si Huygens avait pris „ a pro pondere absoluto”.

centrifuga in V), ut facile apparet si imaginemur quasi particulæ canalís DO fingulæ in suas vires centrifugas ducantur, hoc enim idem est ac si dimidia DO ducatur in vim centrifugam extremæ particulæ D.

$a - y - \frac{n}{a} \frac{ny}{a}$ vis centrifuga in D, secundum OD.

$\left\{ \begin{array}{l} \sqrt{xx + yy} - y - \frac{ny}{a} \sqrt{\frac{nyy}{xx + yy}} \\ \frac{1}{2} \sqrt{xx + yy} \end{array} \right\} \text{ DS vis centrifuga in D secundum ca-}$
 $\frac{\frac{1}{2} \frac{nyy}{a} \sqrt{xx + yy}}{\frac{1}{2} \sqrt{xx + yy}} \text{ vis centrifuga CD}$
 nalem CD [comme au § 10] m.

$p \sqrt{xx + yy}$ est pondus ex gravitate in canali DC. $\frac{1}{2} \frac{nyy}{a}$ pressio reliqua canalís DC.

$p \sqrt{xx + yy} - \frac{1}{2} \frac{nyy}{a} \propto bp$ pondus canalís YC.

$p \sqrt{xx + yy} \propto bp + \frac{1}{2} \frac{nyy}{a}$

$xx + yy \propto bb + \frac{bnyy}{ap} + \frac{1}{4} \frac{nnyy^2}{aapp}$

Sit $p \propto a^{21})$ $a^4xx + a^4yy \propto a^4bb + bnaayy + \frac{1}{4} nnay^2$

$xx \propto bb - yy + \frac{bn}{aa} yy + \frac{1}{4} \frac{nnay^2}{a^4}$

Natura curvæ $\sqrt{xx + yy} \propto b + \frac{1}{2} \frac{nyy}{aa}$ five $\sqrt{xx + yy} - \frac{1}{2} \frac{nyy}{aa} \propto b$. $xx \propto$

qu. $b + \frac{1}{2} \frac{nyy}{aa} - yy$. Bon. Hinc enim, si $y = a$, fit $b \propto VC - \frac{1}{2}n$, five $b \propto a - \frac{1}{2}n$.

Sit $n \propto \frac{1}{2}a$, fit $b \propto \frac{3}{4}a$ quia $b \propto a - \frac{1}{2}n$ quando $y \propto a$. fit $xx \propto$ qu. $b + \frac{1}{4} \frac{yy}{a} - yy$.

Sit $y \propto \frac{99}{100}a$, $yy \propto \frac{9801}{10000}aa$, fit $x \propto \frac{1}{8}a$ proxime. Ergo cum y fere æqualis a fit x major quam $\frac{1}{8}a$. Ergo figura jam tunc ad verticem V rotunditatem habet quando virtus centrifuga $\propto \frac{1}{2}$ ponderis absoluti.

²¹⁾ Comparez la note précédente. Ici Huygens prend „a = pondus absolutum“, ce qu'il ne fait plus dans les dernières lignes de ce § ni dans les §§ 12 et 14.

$| \sqrt{xx + yy} \propto b + \frac{\frac{1}{2}nyy}{ap}$ sed $b \propto a - \frac{1}{2}\frac{an}{p}$ quia $ap = \frac{1}{2}an \propto bp$, hoc est quia pressio canalis VC debet æquilibris esse canali CY.

Ergo $| \sqrt{xx + yy} \propto a - \frac{\frac{1}{2}an}{p} + \frac{\frac{1}{2}nyy}{ap}$. Ita non opus est b .

Hic si $n \propto p$ fit $| \sqrt{xx + yy} \propto \frac{1}{2}a + \frac{1}{2}\frac{yy}{a}$, unde parabola ut videre est pag. 12 [c. à. d. à la p. 311 du Manuscrit F, § 10 qui précède]. ejus latus rectum $\propto 2a$. vertex Y. axis YC.

§ 12. $xx \propto aa - \frac{aan}{p} + \frac{1}{4}\frac{aam}{pp} + \frac{nyy}{p} - \frac{1}{2}\frac{mnyy}{pp} + \frac{1}{4}\frac{mny^4}{aapp} - yy$. Natura curvæ melius quam pag. præcedenti. Cette équation provient de la substitution de $a - \frac{1}{2}\frac{an}{p}$ à b dans l'équation du § 11 $xx + yy = bb + \frac{bnyy}{ap} + \frac{1}{4}\frac{mny^4}{aapp}$.

Si n minima, fit $xx \propto aa - yy$ fere, hoc est circulus proxime.

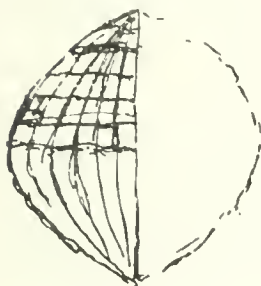
Sit $n \propto \frac{1}{2}p$. fit $xx \propto \frac{9}{16}aa - \frac{5}{8}yy + \frac{1}{16}\frac{y^4}{aa}$. Sit $y \frac{9}{100}a$. $xx \propto \frac{9}{16} - \frac{450005}{800000} + \frac{820003601}{16000000000}$
 $xx \propto \frac{820003601}{16000000000}$
 $x \propto \frac{3}{40}$. Et y ad $x \propto 1$ ad $7\frac{1}{2}$.

Si $\frac{n}{p} \propto \frac{1}{100}$ vel fimilis fractio exigua fit $xx \propto \frac{99}{100}aa - \frac{99}{100}yy$ proxime. Ellipsis.

Si $\frac{n}{p} \propto \frac{1}{289}$ fit $xx \propto \frac{288}{289}aa - \frac{288}{289}yy$. Ellipsis ejus latus rectum ad transversum ut 288 ad 289. Ideoque axis minor ad majorem ut $288\frac{1}{2}$ ad 289 proxime, hoc est ut 577 ad 578.

§ 13. Pour faire une Carte Platte du demy globe de la Terre dans laquelle les degrez des meridiens seront egaux entre eux et aux degrez de l'Equateur. Et dans chaque parallele les degrez aussi egaux et dans la vraie proportion aux degrez de l'Equateur.

[Fig. 113]



On placera facilement dans cette carte [Fig. 113] chaque lieu en sa longitude et latitude.

On aura sur une mesme escelle les lignes de leur longitude. Celles des Latitudes auront pour escelles la partie de leur meridien comprise entre les paralleles qui enferment ces lieux ²²⁾.

²²⁾ „Projection de Flamsteed”, comme nous le disons aussi dans l'Avertissement.

Les quarez feront de 10 degrez.

Cette carte pourra représenter assez bien la figure des Terres, mais celle qui est avec des meridiens parallèles et les degrez de Latitude croissans suivant les sécantes des latitudes ²³⁾ sont plus commodes pour prendre la longitude et latitude des lieux qui y sont marquez et ils ont les rumb ²⁴⁾ exprimez par des lignes droites.

$$\S 14. \quad xx \propto aa - yy - \frac{aan}{p} + \frac{nyy}{p} + \frac{1}{4} \frac{aann}{pp} - \frac{1}{2} \frac{nnny}{pp} + \frac{1}{4} \frac{nnny^2}{aapp}$$

Sit $az \propto yy$

$$\frac{4p^2xx}{nn} + \frac{4ppaz}{nn} - \frac{4apz}{n} + 2az - \frac{4ppaa}{nn} + \frac{4paa}{n} - a^2 \propto zz$$

Sit $\frac{ap}{n} \propto f$

$$2az - 4fz + \frac{4fz}{a} - 4ff + 4fa - aa + \frac{4ffxx}{aa} \propto zz \text{ hyperbola.}$$

$\frac{p}{n} \propto \frac{f}{a}$

Si $f \propto a$ [c. à. d. si la force centrifuge à l'équateur est égale à la pesanteur] fit

$$\frac{2az - aa + 4xx \propto zz}{a - 2x \propto z}$$

$$aa - 2ax \propto z$$

$$aa - 2ax \propto yy \text{ parabola [comparez le § 10].}$$

Sit $n \propto \frac{1}{2}p$, ergo $a \propto \frac{1}{2}f$, $2a \propto f$.

$$\frac{10az - 9aa + 16xx \propto zz}{5a - 16aa + 16xx \propto z}$$

$$5a - 16aa + 16xx \propto z$$

$$5a - 16aa + 16xx \propto z \text{ hyperbola. bon.}$$

²³⁾ C'est ce qu'on appelle généralement la projection de Mercator. Comparez sur cette projection l'Appendice III qui suit.

²⁴⁾ Ou loxodromes.

APPENDICE I

AUX CONSIDÉRATIONS ULTÉRIEURES SUR LA FORME DE LA TERRE ¹⁾.

[1687 ou 1688]

Le présent Appendice a été mentionné dans la note 9 de la p. 393 qui précède.

57060 toises de Paris à un degré de l'Equateur selon M. Picard ²⁾.

55021 toises de Paris à un degré ——— selon Snellius, ex Picardo ²⁾.

6538594 toises diameter terræ Picardo

————— 3
19615782 pedes parisiens semidiametri terræ, Picardo.

19595154 pedes parisiens $\frac{1}{2}$ diam. terræ Snellio.

————— 144
2821702176 lineæ semid. terræ

440 $\frac{1}{2}$ lineæ penduli secundorum

1242959808528. La racine carrée de ce nombre est 1114881.

$$440\frac{1}{2} \text{ ——— } 1114881 \text{ ——— } \begin{array}{r} \text{second.} \\ 1 \end{array} / 2531 \begin{array}{r} \\ 2 \end{array}$$

5062 . . . 1 h. 24'. 22"

tempus duarum vibrationum penduli æqualis semidiametro terræ secundum Snellij mensuram.

1 h. 25'. 54" tempus idem secundum mensuram Picardi.

h h

24 — 1.25'. 54" — 86400 — 5154.

Le quotient de $(86400)^2$ par $(5154)^2$ est 281. Donc: $\frac{1}{281}$ diminutio gravitatis sub Aequatore secundum mensuram Picardi.

¹⁾ Manuscrit F, p. 315. Cette Pièce — où il n'est question que de la grandeur de la diminution de la gravité auprès de l'équateur par l'effet de la force centrifuge dans le cas d'une terre parfaitement sphérique — fait suite aux Considérations de 1687 sur la forme de la terre; elle date soit de décembre 1687 (voyez le début du § 10), soit du commencement de 1688: la date du 27 mars 1688 se trouve à la p. 320 du Manuscrit.

²⁾ Ces valeurs se trouvent en effet dans la „Mesure de la Terre” de Picard déjà mentionnée dans la note 9 de la p. 393 qui précède et antérieurement.

Les pages suivantes 316—319 du Man. F. contiennent des calculs se rapportant à des horloges. Il est question de l'expédition de 1686—1687 au Cap de Bonne Espérance, déjà mentionnée par nous à la fin du § 9^e qui précède.

C'est ici qu'on trouve (p. 316) la phrase déjà publiée dans la note 9 de la p. 178 du T. XX: *Te gelyck de Lengden gevonden en een bewijs van 't draeyen der aerde. 'T eenigh waernemelijk effect van dit draeyen. C. à. d.: Trouvé simultanément les longitudes et une preuve de la rotation de la terre. Seul effet observable de cette rotation.*

Huygens y dit aussi (même page): *Als men de grootheydt der aerde naar Picardi maete neemt, komt de wegh nae de horologien ietwes dichter bij die van de stuyrluijden, en evenwel in de lengde tusschen de Cap en Texel geen merckelyck verschil. C. à. d. Si l'on prend la grandeur de la terre d'après la mesure de Picard, la route indiquée par les horloges se rapproche un peu plus de celle des pilotes; cependant cela ne fait pas de différence appréciable pour la longitude entre le Cap et Texel.*

APPENDICE II

AUX CONSIDÉRATIONS ULTÉRIEURES SUR LA FORME DE LA TERRE ¹⁾.

[1688]

Le présent Appendice a été mentionné dans la note 16 de la p. 397 qui précède.
Nov. 88.

Dans les Observations physiques et mathématiques des P. Jésuites faites à Louveau au royaume de Siam. 1686. la longueur du Pendule simple de 36 pouces 6 lignes tout au plus après plusieurs expériences. La remarque dit que la même longueur a été trouvée par M. Varin en l'île de Gorée proche le Cap Verd, qui est environ sous le même parallèle que Louveau.

La différence des Méridiens entre Paris et Louveau est de 6h. 34'. 46". partant la différence des Longitudes $98^{\text{d}}.41\frac{1}{2}'.0''$. La longitude de Paris depuis l'île de Ferro est supposée de $22^{\text{d}}.30'.0''$ d'où la Longitude de Louveau sera de $121^{\text{d}}.11\frac{1}{2}'.0''$. Il y a des cartes modernes qui font cette Longitude de 145 degrez. Hauteur du Pôle de Louveau $14^{\text{d}}.42'.30''$.

¹⁾ Manuscrit F, p. 327.

APPENDICE III

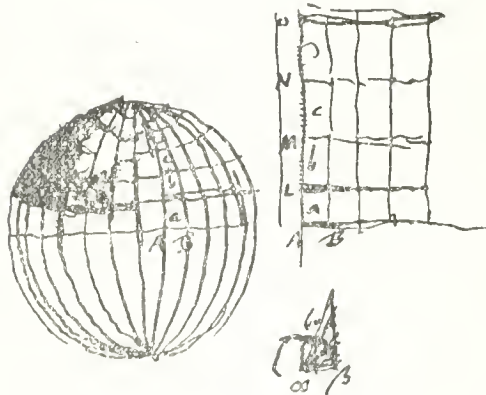
AUX CONSIDÉRATIONS ULTÉRIEURES SUR LA FORME DE LA TERRE ¹⁾.

[1685]

Le présent Appendice, antérieur en date, se rattache au § 13 qui précède. Il traite de la projection de Mercator laquelle se rapporte — est-il besoin de le dire? — au cas d'une terre sphérique.

In de Caerten met wassende graden [Fig. 114] — comparez la note 7 de la p. 388 qui précède —, sijn de ruijten van meridianen en parallelen gemaect gelijcformigh

[Fig. 114]



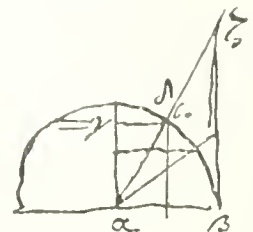
aen de ruijten door de selve op de globe gemaect. te weten als men de ruyten quasi minimas considereert.

De meridianen werden in deze caerten parallel gestelt, daerom de stukken der parallele circelen vergrootingh krijghen, als bijexempeldie 60 gr. van denaequator af sijn werden dubbel van t geen hij was ²⁾, daerom moet de hooghte van de ruijten op die parallel circel oock verdubbelt werden, dat is 2 mael soo hoogh sijn als de ruijten op den æquator a die vierkant sijn. Want soo sullen die ruijten gelijkformigh sijn aen die van de globe op dese paralleles, alhoewel veel grooter. Hier-

door komen alle streecken recht in plaets van de kromme streecken ³⁾ tot groot gemak in t vaeren.

De stukken nu der parallelen als $\gamma\delta$ [Fig. 115] werdende vergroot nae de proportie van de radius $\alpha\beta$ of $\alpha\delta$ tot de radius $\gamma\delta$, soo werden oock de hooghten der ruijten naer de

[Fig. 115]



¹⁾ Manuscrit F, p. 211.

²⁾ Les cinq derniers mots ont été ajoutés après coup. Lisez plutôt: „van t geen sij waren”.

³⁾ Les rumb ou loxodromes. Comparez la p. 237 du T. XVII.

felve vergroot dat is nae de reden der fecans $\zeta\alpha$ tot den radius $\alpha\beta$. Daerom als men den radius $\alpha\beta$ gelijk stelt aen AB de wijde van een graed der æquinoëtien, soo is $\alpha\zeta$ de hoogte der ruijte die op de plaetse der parallel $\gamma\delta$ moet komen, en soo overal, volgens de tangenten der boghen tusschen ieder parallel en den æquinoëtiael.

Om dat de distantien vergrooten hoe verder van den æquator hoe meerder soo is noodigh om die in mylen te kunnen aspassen, dat men een schale hebben tot dese reductie, waer toe best is ieder hoogte van ruyt als AL, LM, MN in 15 gelijke deelen te deelen, als ieder hoogte een graed begrijpt, want dan ieder deel een duytsche mijl is en dese wassende deelingen dienen tusschen ieder 2 parallelen voor de begeerde schale.

Men kan deese schale oock netter verdelen volgens de differentien der vervolgende fecanten van 4 tot 4 minuten.

APPENDICE IV

AUX CONSIDÉRATIONS ULTERIEURES SUR LA FORME DE LA TERRE.

[1688 et 1689]¹⁾

Calcul, inspiré par les „Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica” de Newton, sur les grandeurs de la pesanteur à la surface du soleil et de la planète Jupiter et sur la valeur de la force centrifuge, cause de l’aplatissement, à l’équateur de cette dernière.

Huygens commence par vérifier dans ce que nous appelons le § 1, le fait que, suivant la loi de l’attraction de Newton, la pesanteur de la lune est égale à la grandeur de la force centrifuge résultant de son mouvement autour de la terre.

§ 1. Vim Centrifugam Lunæ equipollere ipsius gravitati in regione sua qua versus Terram nititur. Ex Neutono, cujus calculus cum hoc meo convenit. vid. pag. 406²⁾.

Periodus lunæ ad fixas dierum 27. hor. 7. min. 43. Terræ circa Solem dierum 365. h. 6. m. 9’.

Distantia lunæ semidiametrorum terræ 60. Vis centrifuga corporum sub æquinoctiali circulo est $\frac{1}{2889}$ gravitatis eorum.

Gravitas in terram decrefcere ponatur in ratione contraria quadratorum a distantijs a centro, quoniam hoc idem circa planetarum gravitationem versus solem ponendo, sequitur eorum in suis cuique orbitis æqualem esse vim centrifugam dictæ in solem gravitati, unde manent in orbitis suis. quas ellipticas esse ostendit Neutonus, observavit Ceplerus.

Si luna 24 horis periodum absolveret, esset ejus vis centrifuga sexagecupla vis centrifugæ corporum sub æquinoctiali. Sed est ea periodus d. 27. h. 7. min. 43’.

Ergo ad terræ revolutionem proximè ut $27\frac{1}{3}$ ad 1. Et quadrata ut $747\frac{1}{9}$ ad 1.

Ergo vis centrifuga Lunæ ad vim centrifugam corporum sub æquatore ut $\frac{60}{747}$ ad

¹⁾ La Pièce — dont nous avons déjà parlé à la p. 251 du T. XVI — est empruntée aux f. 3, 4, 24 et 25 du Manuscrit G. Le début date de novembre ou décembre 1688, puisque la dernière date qui se trouve dans le Manuscrit F est Nov. 88 (p. 327), tandis que la première du Manuscrit G (p. 8r) est 20 Dec. 1688. Mais les §§ 6 et 7 sont de 1689.

²⁾ A la p. 406 de la première édition de l’oeuvre de Newton se trouve la Prop. IV. Theor. IV du Liber Tertius („De Mundi Systemate”): Lunam gravitare in terram, & vi gravitatis retrahi semper à motu rectilineo, & in orbe suo retineri.”

1. Atqui vis centrifuga sub æquatore est $\frac{1}{389}$ gravitatis ex tractatu nostro de Causis gravitatis. Ergo vis centrifuga lunæ est ad gravitatem corporum sub æquatore ut $\frac{1}{389}$ in $\frac{60}{747}$ ad 1. Hoc est ut $\frac{1}{359}$ ad 1, hoc est proximè $\frac{1}{360}$ ad 1.

Sed gravitas in regione lunæ ad gravitatem in terrestri æquatore est itidem ut $\frac{1}{360}$ ad 1, quia decrescit in ratione contraria quadratorum a distantijs, quarum distantiarum ratio est quæ 60 ad 1. Itaque vis centrifuga Lunæ æquatur prorsus ejus gravitati quæ versùs terram deprimitur, ac proinde in orbita sua permanet.

§ 2. Ad quærendam gravitatem corporum quæ in superficie Jovis versùs centrum ejus.

Ponamus cum Newtono terræ $\frac{1}{2}$ diametrum ex Sole videri $20''$ [A la p. 1 v du Manuscrit Huygens ajoute: Si terræ diameter ex Sole est $20''$ erit distantia proxime 10000 diametrorum terræ ³⁾]. Etsi ego longe minorem pono, saltem duplo ³⁾.

Jovis $\frac{1}{2}$ diametrum ex Sole $19''$.

Est autem ex temporibus periodicis distantia Jovis a sole ad distantiam terræ a Sole ut 52 ad 10. Satellitis extimi periodus dierum $16\frac{3}{4}$. Distantia maxima a Jove ex Sole $8'13''$.

Datur vis centrifuga Lunæ $\frac{1}{360}$ gravitatis terrestrium. Datur et ratio vis centrifugæ extimi satellitis Jovis ad vim centrifugam lunæ. Ergo datur ratio vis centrifugæ hujus satellitis, quæ eadem est gravitati ejus in Jovem, ad gravitatem in superficie Terræ. Sed datur etiam ratio gravitatis in Jove ad gravitatem dicti satellitis. Ergo datur et ratio gravitatis in superficie Jovis ad nostram hanc in Terra.

ratio distantia terræ a ☉	distantiam Jovis a ☉	distantia satellitis	
10	52	8'13" (493")	2563" distantia satellitis ex Sole si apud terram esset positus Jupiter
20"	terra $\frac{1}{2}$ diameter ex ☉		
60			
1200"	semidiameter orbis lunæ ex ☉		

2563" — 1200" — ita esset vis centrifuga satellitis a Jove ad vim centrifugam lunæ a Terra, si luna, ut ipse, periodum expleret diebus $16\frac{3}{4}$. Sed est lunæ periodus dierum $27\frac{1}{3}$.

27 $\frac{1}{3}$	16 $\frac{3}{4}$	dies periodus extimi Jovialium. ratio diametrorum 2563	1200
27 $\frac{1}{3}$	16 $\frac{3}{4}$		
747 $\frac{1}{9}$	280 $\frac{9}{16}$	ratio quadratorum periodorum inverfa 747 $\frac{1}{9}$ — 280 $\frac{9}{16}$	
		[produits] 1914846 — 336600	

³⁾ Voyez le début du § 3 qui suit, ainsi que celui du § 5.

Ergo nunc sunt ut 1914846 ad 336600. Ergo sic quoque gravitates utriusque in Jovem ac Terram. Sed Satellitis gravitas versus Jovem est ad gravitatem corporum in Jovis superficie ut 390 [carré de $19\frac{3}{4}$. $\frac{1}{2}$ diameter Jovis ex Sole] ad 243049 [carré de 493', distantia satellitis a Jove, ex Sole]. Et gravitas lunæ ad gravitatem corporum in superficie Terræ ut 1 ad 3600.

$$390 \text{ — } 243049 \quad [1914846 \text{ ou }] 1915000 / 1193433 \text{ gravitas in Jove}$$

$$1 \text{ — } 3600 \quad [336600 \text{ ou }] 337000 / 1213200 \text{ gravitas in Terra}$$

$$11934 \text{ — } 12132 \text{ — } 1\frac{1}{80} \text{ ad } 1 \text{ [lisez } 1 \text{ ad } 1\frac{1}{80}]}$$

Ergo tantillo major [lisez: minor] tantum in Jove quam Terra. Sed ex veris diametris alia proportio oriretur.

§ 3. Eadem gravitas in Jove verioribus diametris Jovis et Solis.

Sit 10' Terræ $\frac{1}{2}$ diameter ex ☉ seu parallaxis horizontalis ☉, secundum Cassinum quæ secundum nos paulo minor ⁴⁾.

$$1914846 \text{ (ut pag. præc.) — } 168000 \text{ [produit de 600 par } 280\frac{2}{3} \text{ ou plutôt } 280]$$

$$52 \text{ — } 42 \text{ — } 60'' \text{ diameter } 2' \text{ ex terra. cum soli oppositus } 48\frac{1}{2}' \text{ diameter } 2' \text{ ex } \odot$$

$$24\frac{1}{4} \text{ } \frac{1}{2} \text{ diam. } 2' \text{ ex } \odot$$

$$24\frac{1}{4}$$

$$588 \text{ pro } 390$$

pag. præc.

$$588 \text{ — } 243049 \quad 1915 / 791562\frac{1}{2} \text{ gravitas in Jove}$$

$$1 \text{ — } 3600 \quad 168 / 604800 \text{ gravitas in terra.}$$

Ergo gravitas in Jove ad gravitatem in Terra ut $1\frac{3}{40}$ ad 1 circiter.

§ 4. Quanta sit vis centrifuga in Jove (comparez le § 6 qui suit).

⁴⁾ A la p. 327 du Manuscrit F, qui porte la date Nov. 88, Huygens écrit:

La parallaxe du Soleil distant du Zenith de $22^\circ. 39'. 15''$ est de 4', selon que Mr. Cassini l'a établie par diverses methodes dans l'examen des observations faites à la Cayene et à Paris en mesme temps [voyez la p. 331 qui précède]. La mesme parallaxe quand le soleil est distant du Zenith de $37^\circ. 29'. 20''$ est de 6', d'où resulte la Parallaxe horizontale du Soleil de $10' 18''$. C'est à dire que la distance du Soleil à la Terre sera de 20914 demidiametres de la Terre, qui selon mon calcul dans mon Systeme de Saturne estoit de 24000 demidiametres [comparez la p. 308 qui précède, où nous avons dit que chez Huygens en 1659 la parallaxe horizontale du soleil était de 8', 2, meilleure valeur que celle de Cassini qu'il adopte ici].

52	10 ratio distantiarum a Sole Jovis et terræ.
$24\frac{1}{4}$	10 ratio apparentium diametrorum ex sole.
[produits] 1261	100 ratio diametri Jovis ad diametrum terræ.
576	100 ratio inversa quadratorum temporum periodicorum.
[produits] 726336	10000 ut 73 ad 1 ratio vis centrifugæ in Jove ad vim centrifugam in Terra.

Sed vis centrifuga in Terra, nempe sub æquatore, est $\frac{1}{289}$ gravitatis corporum. Ergo vis centrifuga sub Jovis æquatore erit $\frac{73}{289}$ nostræ in terra gravitatis. Et $\frac{73}{289}$ ⁵⁾ gravitatis in Jove, hoc est fere $\frac{1}{3}$.

§ 5. Quanta sit gravitas in superficie Solis, versus ejus centrum.

Sit distantia Solis a Terra 10000 diam. Terræ. Secundum Cassinum, mihi erat 12000 ⁴⁾). Hinc diameter terræ sit $\frac{1}{2}$ diam. ☉.

Si Terra $27\frac{1}{3}$ diebus circa ☉ ferretur, esset ejus vis centrifuga ad vim centrifugam Lunæ quæ 10000 ad 30. Sed nunc est ut 10000 ad 5460.

226	$\frac{1}{2}$ diametri ☉ distantia ejus a Terra	$13\frac{1}{2}$
226		$13\frac{1}{2}$
51076		$182\frac{1}{4}$
10000		30
510760000	gravitas in Solis superficie	5460
		3600 60 in 60
		19656000 gravitas in terræ superficie

Ergo gravitas in superficie Solis ad gravitatem in superficie Terræ ut 26 ad 1.

[Fig. 116]



$$92 = b = b \sqrt{\frac{bb}{92}} \quad [\text{Fig. 116}] \quad \frac{bb}{92} = \frac{aa}{1} = 26 = 1$$

$$1 = a = a \sqrt{\frac{aa}{1}}$$

$$2392aa \propto bb$$

48 vel potius 49 [racine carrée de 2392]

Ergo materia subtilis ⁶⁾ velocius fertur circa superficiem Solis quam circa superficiem terræ in ratione 49 ad 1.

⁵⁾ Suivant le § 3 le rapport de la pesanteur de Jupiter à celle de la terre est $791562\frac{1}{2} : 604800$. Ici Huygens prend $376 : 289$ ce qui est à peu près la même chose puisque le premier rapport correspond à $378 : 289$.

⁶⁾ Il s'agit de la matière subtile qui, suivant Huygens, cause la pesanteur de la terre, celle du soleil etc. en circulant en tout sens autour du corps céleste considéré : comparez les p. 634—636 du T. XIX et les p. 437—439 qui suivent.

Dans la Prop. VIII. Theor. VIII de son Lib. III Newton avait trouvé pour le rapport des „pondera ... æqualium corporum in Solem, Jovem ... & Terram ... in eorum superficiebus versantium” ... $10000 : 804\frac{1}{2} : 805\frac{1}{2}$.

D'après les §§ précédents 3 et 5 Huygens aurait pu écrire $10000 : 503,7 : 384,8$.

La vraie valeur de ces rapports (en prenant $108\frac{1}{2} : 1$ pour celui des rayons du soleil et de la terre) est environ $10000 : 950 : 370$.

§ 6. La force centrifuge dans chaque planète doit égaler la force de sa pesanteur vers le soleil, à la distance où elle est. Mais les forces centrifuges sont en raison contraire des quarrés de leur distances; comme l'on trouve par les temps periodiques, et par les loix centrifuges.

Vis centrifugæ ratio componitur ex ratione radiorum et ex ratione contraria quadratorum periodicorum.

Comparez le § 4 qui précède.

[Fig. 117]



§ 7. Diameter ad axem Jovis ut 10 ad 9. Pondus in Jove ad vim centrifugam sub ejus æquatore ut 5 ad 1, supra inventum.

Au lieu du rapport 5 : 1 nous trouvons suivant les données modernes environ 11,5 : 1.

Hæc [Fig. 117] effæt forma Jovis in oppositione ☉, quod cum observatis convenit quantum puto ⁷). Sæpe autem rotundior apparet quia extra oppositionem particula quædam obumbrata nobis non cernitur, quæ est $\frac{1}{20}$ circiter diametri. Ergo semper manet paululum ellipticus.

⁷ Nous avons déjà dit dans la note 7 de la p. 269 du T. IX, en ayant egard au présent § 7, que Huygens a fait un calcul sur la forme de Jupiter. Ce calcul consiste apparemment à dire que le rapport $\frac{1}{5}$ de la force centrifuge équatoriale à la pesanteur conduit à un aplatissement $\frac{1}{10}$, de même que pour la terre le rapport correspondant $\frac{1}{289}$ conduisait à l'aplatissement $\frac{1}{378}$.

OBSERVATIONS DE 1689 ¹⁾
SUR QUELQUES PASSAGES DES
„PRINCIPIA” DE NEWTON, ET NOUVELLES
CONSIDÉRATIONS DE CETTE ANNÉE SUR
LE MOUVEMENT D’UN CORPS PUNCTI-
FORME DANS UN MILIEU EXERÇANT
UNE RÉSISTANCE PROPORTION-
NELLE AU CARRÉ DE
SA VITESSE.

¹⁾ Voyez cependant sur la date du § 1 la note 2 de la p. 416.

OBSERVATIONS DE 1689 SUR QUELQUES PASSAGES DES
„PRINCIPIA” DE NEWTON, ET NOUVELLES CONSIDÉRATIONS DE
CETTE ANNÉE SUR LE MOUVEMENT D’UN CORPS PUNCTIFORME
DANS UN MILIEU EXERÇANT UNE RÉSISTANCE
PROPORTIONNELLE AU CARRÉ
DE SA VITESSE.

§ 1. Theorema nostrum de centri gravitatis quiete vel aequali progressu perseverante demonstrare conatur Newtonus, et recte in corporibus ante concursum, sed non post.

Cette observation est empruntée à la f. H 2 ou 10 r. du portefeuille L ¹⁾. Les feuilles de ce portefeuille traitent surtout de la question du „mouvement absolu” ce qui suivant Huygens est une expression inadmissible; voyez sur ce sujet les p. 213 et suiv. du T. XVI.

Huygens parle du Cor. III de Newton à les trois „Axiomata sive Leges Motus”; nous avons déjà cité ces trois lois dans la note 1 de la p. 246 du T. XVI. Voici le corollaire en question: „Commune gravitatis centrum ab actionibus corporum inter se non mutat statum suum vel motus vel quietis, & propterea corporum omnium in se mutuo agentium (exclusis actionibus & impedimentis externis) commune centrum gravitatis vel quiescit vel movetur uniformiter in directum”. Dans les éditions suivantes, que Huygens n’a pas connues, ce texte a été modifié, mais le sens est resté le même. Ce n’est d’ailleurs pas de cet énoncé que Huygens parle mais seulement de la démonstration qui, dans la troisième édition, est encore exactement la même que dans la première. Il nous semble probable que ce qu’il entend critiquer l’ont plutôt les vues générales de Newton exprimées dans les lois et dans le célèbre Scholium qui les précède, où il est question e.a. du „Spatium absolutum”.

¹⁾ Le „portefeuille L” ne date que de 1928. D. J. Korteweg d’Amsterdam — † 1941* — qui a longtemps eu les manuscrits de Huygens à sa disposition, a généralement réarrangé les feuilles détachées. Il mit e.a. à part deux groupes de feuilles, se rapportant surtout à la question du mouvement absolu, les marquant respectivement des lettres G et H. Lorsque, vers la fin de 1927, H. A. Lorentz succéda à Korteweg comme président de la commission-Huygens, le directeur de la Bibliothèque de l’Université de Leiden y fit rentrer tous les manuscrits. Lorentz qui s’intéressait beaucoup à la dite question joignit aux feuilles G et H quelques mots où il demandait de les laisser ensemble. D’ailleurs toutes les feuilles détachées sont désormais conservées comme elles avaient été arrangées à Amsterdam. Après la mort de Lorentz en février 1928 nous avons mis nous-même, en travaillant à la dite Bibliothèque, cette demande et les feuilles G et H dans une couverture, en donnant à l’ensemble (pour la première fois à la p. 201 du T. XVI) le nom de „portefeuille L”; la lettre L nous ayant été suggérée par la suite A—K des manuscrits reliés.

* Consultez aussi sur Korteweg notre T. XX. Nous avons publié en 1941 une page à sa mémoire dans *Revue d’histoire de la science* que Janus a cité la p. 892 qui suit.

Toutefois l'observation de Huygens — de date incertaine ²⁾ — est trop brève pour qu'il nous soit possible de dire comment il eût pu s'exprimer s'il lui avait plu d'être plus explicite.

Il est à remarquer que, quoiqu'il parle ici de „Theorema nostrum”, il n'a jamais donné une démonstration générale de ce „théorème”, comme nous l'avons déjà observé aux p. 24—25 du T. XVI, et qu'il a dû se contenter de dire (dans la publication de 1669, T. XVI, p. 181) avoir remarqué une loi admirable de la nature . . . qui *semble* estre generale [nous soulignons], c'est que le centre commun de gravité de deux ou de trois ou de tant qu'on voudra de corps [soustraits à toute influence extérieure] avance toujours également vers le même côté en ligne droite avant et après leur rencontre. On a vu dans le T. XVI (note 5 de la p. 221) qu'il a songé un moment à prendre la „loi admirable” en question pour hypothèse, c. à. d. à la déclarer généralement indémontrable.

§ 2. Les observations de ce paragraphe ne contiennent pas de critique. Leur publication ne sert qu'à faire voir qu'en 1689 — comme auparavant; consultez p. e. dans notre T. IX le Rapport du 24 avril 1688 aux Directeurs de la Compagnie des Indes Orientales — Huygens étudiait les „Principia” dont il reconnaissait la fort grande importance: consultez sur ce dernier sujet le § 12 de la p. 143 qui précède ainsi que le § 7 de la p. 310 du T. XIX et la p. 250 du T. XVI ainsi que la p. 475 qui suit.

*A*³⁾. 392314,74 pedes in diametro terræ Parisienses ex mensura Picardi.

19615,37 pedes semidiametri terræ, vocentur *a*.

Si super turri 200 pedibus alta horologium statuatur, erit ibi minor gravitas penduli, quæ ad eam quam humi positum haberet erit ut *aa* ad qu. *a* + 200 hoc est *aa* + 400*a* + 40000. hoc est proxime ut *a* ad *a* + 400. Ergo sic quoque oscillationum celeritas.

19615,37 — 400 — 86400 secunda in 24 horis / $1\frac{3}{4}$ uno die retardabitur.

Ceci ne veut pas dire que Huygens est convaincu de l'existence de ce retard; comparez la p. 278 du T. XVII; il calcule seulement quel doit être le retard — p. e. pour une terre parfaitement sphérique — s'il est vrai. ce qui ne lui semble guère probable, que la loi de Newton est encore valable près de la surface de notre planète. Comparez sur ce sujet la partie II du présent § ainsi que les p. 439—440 qui suivent.

²⁾ Comme on peut le voir au T. XVI, les feuilles qui traitent de la question de l'existence, ou plutôt de la non-existence, du mouvement absolu, ne sont généralement pas datées. Il est vrai qu'une page du Manuscrit F traitant du même sujet (Pièce III de la p. 222 du T. XVI) est certainement de 1688. Nous sommes d'avis — voyez les p. 197—198 du T. XVI — que la feuille du texte date probablement de plus tard; vu l'incertitude de la date nous avons cru pouvoir placer l'observation de Huygens ici.

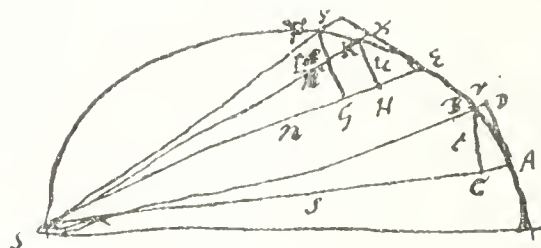
³⁾ Manuscrit G, f. 11 v. Les dates 20 Dec. 1688 et Apr. 1689 (citation des „Acta Eruditorum” de ce mois) se trouvent respectivement sur les feuilles 8 et 27. La première date qui suit est 27 Aug. 1690 à la p. 53r, mais comme les f. 31 et 32 contiennent les Tables de matière du Traité de la Lumière et du Discours de la Cause de la Pesanteur, lesquels parurent au commencement de 1690, les pages antérieures sont sans doute de 1689.

An voluit positis spatijis QSP, qSp inæqualibus, comparare tamen vires centripetas in P et p. Hoc erat.

Ponantur [Fig. 118bis] spatia æqualia SBA, SFE.

$n = s = t \sqrt{\frac{ts}{n}}$. Ratio r ad y , quæ est virium centripetarum in A et E, (positis

[Fig. 118bis]



spatijis æqualibus SBA, SFE) componitur ex ratione r ad x et x ad y .

sed x ad y ut uu ad $\frac{tss}{nn}$.

$$\begin{array}{rcl} r & & x \\ uu & & \frac{tss}{nn} \end{array}$$

$$\frac{nnuu}{x} = \frac{tssx}{r}$$

Ergo $\frac{nnuu}{x} = \frac{tss}{r}$ est ratio ea-

dem quæ r ad y hoc est quæ vis centripetæ in A ad vim centripetam in E. Et hoc vult propositio 6 lib. 1. Et si dicat simpliciter vim centripetam esse ut $\frac{tss}{r}$.

Sed in præcipuis problematibus hac propositione non opus est. quando nimirum valor QR inveniri potest, et \square QT, SP datum ponitur.

D 7). Ad Prop. 9. l. 1. 8) Spiralis hæc semper appropinquat puncto S [Fig. 119], circumvolutionibus infinitis numero, nec unquam ad ipsum pervenit. ac tamen longitudinem certam non excedit.

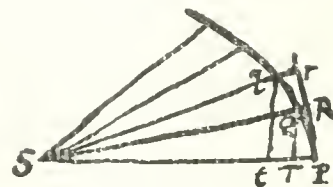
Demonstratio perobscura est, in qua cum dicit, *mutetur jam utcumque angulus PSQ &c.* hoc tantum propositum habet ut ostendat qualiscunque et ubicunque accipitur angulus PSQ, semper $\frac{QT^2}{QR}$ esse ut SP. velut si accipitur angulus major qSP,

erit hic quoque $\frac{qt^2}{qr}$ ut SP. Nam quia $\frac{QT^2}{QR}$ ut SP, est-

[Fig. 119]

que qr^2 ad QT^2 ut qr ad QR, erit necessario et $\frac{qt^2}{qr}$

ut $\frac{QT^2}{QR}$ hoc est ut SP.



7) Manuscrit G. f. 15 v.

8) Cette Prop. IX. Probl. IV du Lib. Primus est ainsi conçue: „Gyretur corpus in spirali PQS secante radios omnes SP, SQ, &c. in angulo dato: Requiritur lex vis centripetæ tendentis ad centrum spiralis”. Notre Fig. 119 est la figure de Newton copiée par Huygens qui ajoute les points q, r, t et les droites correspondantes.

Itaque cum semper sit $\frac{QT^2}{QR}$ ut SP , ducto utroque in SP^3 erit $\frac{QT^2 \cdot SP^3}{QR}$ ut SP^3 , ideoque per propos. 6, vis centripeta ut SP^3 inversè.

Poterat autem eundem angulum PSQ velut in duobus locis adfutum considerasse, et utrobique similiter ductas PR , QT , QR . quæ figuræ proportionales fuissent. Et quia vis centrifuga ut $\frac{QT^2 \cdot SP^3}{QR}$ inversè per 6. hoc autem ut SP^3 , quia QT ut SP , et ita quoque QR : erit et vis centripeta ut SP^3 inversè.

Demonstravi hanc eandem propositionem, ut propositione sexta nihil opus esset.

E 2).

Prop. 1.

Si mobile absque attractione gravitatis moveatur per medium resistens pro ratione celeritatis, celeritates reliquæ post singula tempora æqualia sunt continue proportionales.

[Fig. 120]



Referatur celeritas in principio motus rectâ AB [Fig. 120]. Et post temporis particulam quandam, sit reliqua celeritas CB , amissa AC . Ergo cum resistantia sit ut celeritas diminuetur celeritas BC altera æquali temporis particula,

quantitate CD quæ sit ad AC sicut CB ad AB . cum effectus resistantiæ sit ut vis. Quia ergo ut AB ad CB ita AC ad CD et permutando AB ad AC ut CB ad CD , etiam dividendo erit CB ad DB ut AB ad CB . Ergo continue proportionales AB , CB , DB . Eodemque modo de reliquis celeritatibus EB , FB , post singulas temporis particulas hæc proportionalitas demonstrabitur.

Prop. 2.

Si mobile absque attractione gravitatis moveatur per medium resistens pro ratione celeritatis, erunt spatia temporibus æqualibus peracta in continua proportionem geometrica.

Cum enim celeritates initio singulorum temporum reliquæ sint continue proportionales, si illis celeritatibus singula spatia æquabili motu peracta intelligantur, etiam spatia hæc erunt continue proportionalia. Quum autem singulæ illæ temporis partes in particulas æquales innumeras dividi possint, simulque celeritates initio singularum sint totidem proportionales in continua serie, referent spatiola proportionalia singulis istis celeritatibus initio tempusculorum æquabili licet motu peracta, referent inquam spatia prioribus temporibus motu paulatim deficiente peracta. Cumque in singulis

2) Chartæ mechanicæ, f. 84 v.

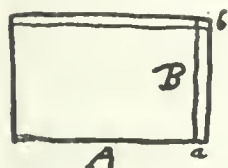
Cette équation se montre vraie attendu que dans le cours du calcul quia x minima est deleri possunt in quibus xx .

Hinc autem sequitur (quod miror Newtonum non observasse) corpus horizontali motu incitatum, etiam in medio resistente infinitum spatium conficere infinito tempore ¹³⁾. quod contra est cum resistentia est ut velocitas, ut ostendi ¹⁴⁾.

Illud mirabile prorsus videtur. Cogita enim globum plumbeum sub aqua in plano horizontali projectum an in infinitum spatium perget moveri?

G ¹⁵⁾. Ad prop. 6. l. 2 Newtoni ¹⁶⁾.

[Fig. 122]



$$\frac{A + a}{B + b} \quad [\text{Fig. 122}]$$

$$s. \left\{ \begin{array}{l} AB + aB + Ab \\ AB \end{array} \right.$$

$aB + Ab$ [telle est la valeur de l'accroissement infiniment petit du rectangle à côtés A et B lorsque A devient $A + a$ et B $B + b$; en d'autres termes: $aB + Ab$ est le „momentum” de la „genita” AB].

¹⁰⁾ Consultez sur cette ligne la note 1 de la p. 144 du T. XIX; il est possible que les trois propositions de la présente partie du § 2 soient antérieures à la lecture des „Principia”; comparez la fin de l'avant-dernier alinéa de la partie *F* qui suit. La Prop. II. Theor. II du Liber Secundus des „Principia” est la suivante: „Si corpori resistitur in ratione velocitatis, & sola vi insita per Medium simile moveatur, sumantur autem tempora æqualia: velocitates in principiis singulorum temporum sunt in progressionem Geometrica, & spatia singulis temporibus descripta sunt ut velocitates”.

¹¹⁾ Chartæ mechanicae, f. 85 r.

¹²⁾ Prop. V. Theor. III du Lib. II: „Si corpori resistatur in velocitatis ratione duplicata, & sola vi insita per Medium simile moveatur, tempora vero sumantur in progressionem Geometrica a minoribus terminis ad majores pergente: dico quod velocitates initio singulorum temporum sunt in eadem progressionem Geometrica inverse, & quod spatia sunt æqualia quæ singulis temporibus describuntur”.

¹³⁾ Puisque, suivant la démonstration de Newton, la distance parcourue en un temps BG [Fig. 121] peut être représentée par l'espace BCHG.

¹⁴⁾ Voyez la Prop. 2 de la Partie *E* qui précède.

¹⁵⁾ Manuscrit G, f. 16 r.

¹⁶⁾ La Prop. VI. Theor. IV du Lib. Secundus De Motu Corporum est ainsi conçue: „Corpora Sphærica homogenea & æqualia, resistentiis in duplicata ratione velocitatum impedita & solis viribus insitis incitata, temporibus quæ sunt reciproce ut velocitates sub initio, describunt semper æqualia spatia, & amittunt partes velocitatum proportionales totis”. Ce n'est cependant pas ce théorème que Huygens a en vue mais le Lemma II qui y est attaché: „Momentum Genitæ æquatur momentis Terminorum singulorum generantium in eorundem laterum indices dignitatum & coefficientia continue ductis”, au sujet duquel Newton observe dans un Scholium: „In literis quæ mihi cum Geometra peritissimo G. G. Leibnitio annis abhinc decem intercedebant, cum significarer me compotem esse methodi determinandi Maximas & Minimas, ducendi Tangentes, & similia peragendi, quæ in terminis surdis æque ac in rationalibus procederet, & literis

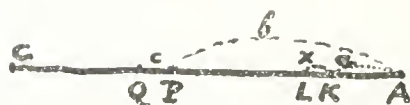
[Le carré b^2 étant représenté par a , dont x est l'accroissement, tandis que celui de b est c , on a]

$$\frac{a}{a+x} = \frac{b}{b+c} \quad [\text{Fig. 123}].$$

$$x \propto \frac{2ac}{b}$$

Sed a ut bb . Ergo x ut $2bc$.

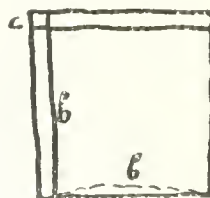
[Fig. 124]



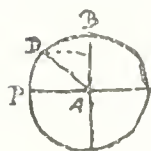
Centetur quadratum AQ

[Fig. 124] excedere quadratum AP duplo rectangulo APQ, neglecto minimo quadrato ex PQ. Hinc statim concludi potest rectæ AK incrementa minima esse ut 2 APQ.

[Fig. 123]



[Fig. 125]



II. 17) $\frac{1}{578}$ [d'après Huygens; voyez les p. 390 et suiv. qui précèdent] Excessus AB super AP [Fig. 125] in tellure. $\frac{1}{589}$ differentia ponderis in B et P, itemque longitudinis [penduli].

Differentia ponderis est proxime dupla differentie distantiarum, quia pondera leviora sunt in duplicata ratione distantiarum [suivant ce que Huygens semble considérer ici comme la loi de Newton; ceci ne veut pas dire que Huygens accepte sans critique ce qu'il propose ici; comparez notre remarque à la partie A qui précède et voyez aussi le calcul de la p. 476 du „Discours de la Cause de la Pesanteur” où Huygens dit douter fort de l'existence „aux pendules d'une autre inégalité, ” c. à. d. autre que celle provenant de la force centrifuge]. Est differentie ponderis æqualis curtatio penduli, hoc est talis pars longitudinis totius. Atqui defectus diurnus temporis penduli non curtati ad totius diei tempus est proxime ut $\frac{1}{2}$ curtatio penduli ad totum pendulum. Ergo defectus diurnus venientis horologii ex P in B ad 24 horarum tempus, ut differentia distantiarum AB, AP ad AB.

$\frac{1}{578}$ differentia retardationis in B si veniat horologium ex P.

3600" in hora ... 86400" in die $[\frac{86400}{578} \dots]$ 149". tot secundis deberet horologium sub Polo recte compositum retardari sub æquatore ex sola causa distantie majoris a centro eoque minoris gravitatis; præter retardationem ex vi centrifuga quæ 150" efficit. Sed in locis intermedijs ut D nequaquam tantum efficiet hæc distantiarum differentia quantum vis centrifuga.

transpositis hanc sententiam involventibus (Data æquatione quotcumque fluentes quantitates involvente, fluxiones invenire, & vice versa) eandem celarem: rescripsit Vir Clarissimus se quoque in ejusmodi methodum incidisse, & methodum suam communicavit a mea vix abludentem præterquam in verborum & notarum formulis [comparez ce que dit Huygens en 1694, p. 488 du T. XX; voyez aussi sa lettre à Fatio de Duillier de février 1692, p. 291 du T. X]. Utriusque fundamentum continetur in hoc Lemmate".

¹⁷⁾ Manuscrit G, f. 25 r. Ceci se rapporte, peut-on dire, à la Prop. XX. Prob. III du Liber Tertius „De Mundi Systemate” de Newton: „Invenire & inter se comparare pondera corporum in regionibus diversis”.

§ 3. Dans le Manuscrit G les feuilles 11, 12, 15 et 16 de 1689, d'où nous avons tiré les parties A, B, C, D et G du § 2, sont suivies de deux autres de la même année où Huygens reprend ses calculs de 1668 (T. XIX, p. 102—119 et 144—157) sur les corps en mouvement dans des milieux qui leur résistent proportionnellement soit à leurs vitesses soit aux carrés de leurs vitesses. Ou plutôt: il ne considère ici que ce deuxième cas. Dans l'„Addition” au „Discours de la Cause de la Pénétreur” (édition de 1690) Huygens dira expressément (p. 482 qui suit) que „ce n'est qu'à l'occasion du Traité de Mr. Newton” qu'il a repris l'étude de la théorie de la résistance. Il s'agit, comme chez Huygens en 1668 et comme chez Newton dans les propositions considérées au § 2 qui précède, de corps punctiformes.

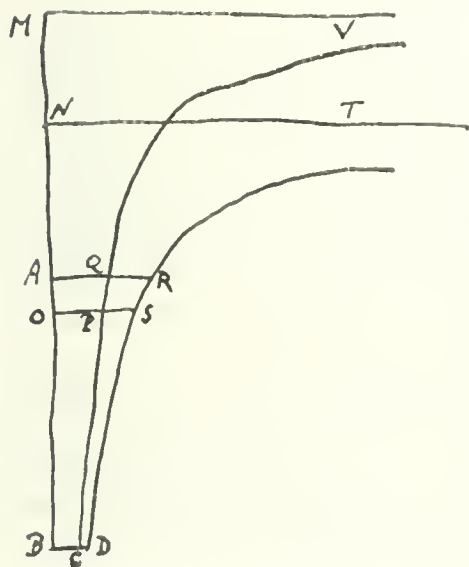
Ce ne fut qu'en 1691 que Huygens mit définitivement au net dans les p. 75—81 du Manuscrit G, en tenant aussi compte des résultats de Newton, sa théorie de 1668 „de descensu [verticali] corporum gravium [corps punctiformes] et ascensu [verticali] per aerem aut materiam aliam, quæ resistit motui in ratione duplicata celeritatum, ut revera contingit”; nous avons reproduit ces pages aux p. 23—45 du T. X.

Ici nous ne tenons compte, partiellement, que du texte des p. 17v—18r du Manuscrit dont il était question plus haut. Huygens fait voir qu'il n'est pas permis, comme c'était généralement le cas lorsque la résistance était proportionnelle à la vitesse (T. XIX, p. 80 et p. 113, note 13), de décomposer le mouvement, c. à d. tant la vitesse initiale que la résistance, suivant deux axes perpendiculaires entr'eux. Dans la Fig. 127 les trois droites AK, AL, AB, dont AL et AB sont les deux axes nommés, sont situées par hypothèse dans un plan horizontal. La véritable longueur parcourue sur la droite donnée se montrera ne pas être la résultante des longueurs parcourues sur les deux axes.

A7 [Fig. 128] étant la distance parcourue sur la droite AL en un temps donné, il suffira de faire voir que la distance A8 parcourue en ce temps sur la droite AK faisant avec AL un angle de 45° est inférieure à A7.

Ejusdem globi eadem debet esse celeritas terminalis in medio resistente in duplicata

[Fig. 126]



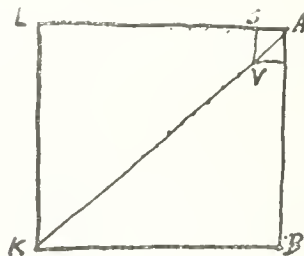
ratione celeritatis ac si idem in simplici ratione celeritatis resisteret. Certa enim quædam celeritas flatus sursum sustinere valebit globum ne decidat. quam proinde globus habere debebit ne amplius casum acceleret. Ea vis ferentis aeris æquipollet gravitati. Sed sciendum posteriorem hypothesein esse impossibilem. Et si forsan alius generis impedimentum inveniri possit quod est ut celeritas.

Cum celeritas incipiens per AK [Fig. 127] ad celeritatem incipientem per AL est ut AK ad AL, tunc resistentia aeris et amissio celeritatis in prima temporis particula per AK est ad resistentiam et amissionem celeritatis in eadem temporis particula per AL ut qu. AK ad qu. AL, hoc est ut 2 ad 1.

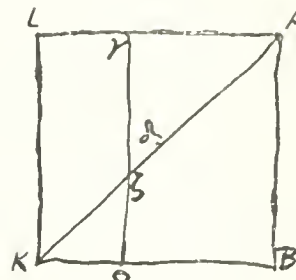
Si AR ad AQ [Fig. 126] ut $1/\sqrt{2}$ ad 1, et AB \propto AM, erit spatium RABD ad spatium

QABC ut iter globi in recta AK [Fig. 127] inceptum celeritate AK ad iter globi in recta AL inceptum celeritate AL terminali; eodem nempe tempore AB. Sunt autem spatia illa ut logarithmus rationis AR ad BD ad logarithmum rationis AQ ad BC. hoc est ut logar. rationis BN ad NA ad logar. rationis BM ad MA. hoc est ut log. rationis

[Fig. 127]



[Fig. 128]



$2 + \sqrt{2}$ ad $\frac{1}{2} + \sqrt{2}$, ad log. rationis 2 ad 1, five log. 2 ... apparet eandem esse hyperbolam RS et QP seu motâ asymptoto MV in NT. ut sicut RA ad QA ita fit MA ad NA.

Ceci s'explique le mieux par la considération de l'équation du mouvement $\frac{dv}{dt} = -kv^2$, où v est la vitesse, t le temps, et k une constante. Pour le mouvement suivant AL (ou suivant AB) la vitesse initiale est par hypothèse la „celeritas terminalis” d'une chute verticale, c. à. d. $\sqrt{\frac{g}{k}}$, où g est l'accélération de la pesanteur. Pour le mouvement suivant AK la vitesse initiale est donc $\sqrt{\frac{2g}{k}}$.

Appelant généralement v_0 la vitesse initiale on a $\frac{1}{v} = \frac{1}{v_0} + kt$ ou $v = \frac{v_0}{ktv_0 + 1}$, d'où la distance parcourue $s = \int_0^t v dt = \frac{1}{k} \ln(ktv_0 + 1)$, \ln étant le logarithme népérien.

Pour les mouvements suivant AK et AL on a donc respectivement $s_{AK} = \frac{1}{k} \ln(\sqrt{2gk}t + 1)$ et $s_{AL} = \frac{1}{k} \ln(\sqrt{gk}t + 1)$. En disant que „spatia illa” sont entr'eux comme log. $\frac{AR}{BD}$ à log. $\frac{AQ}{BC}$ ou log. $\frac{2 + \sqrt{2}}{2}$ à log. $\frac{2}{1}$, Huygens prend tant les grandeurs g et k que le temps considéré t égaux à une même droite qui a l'unité de longueur. On voit qu'on trouve en effet dans cette supposition $s_{AK} : s_{AL} = \ln(\sqrt{2} + 1) : \ln 2$; puisqu'il s'agit de rapports, peu importe que ce soit le logarithme népérien qu'on considère ou, comme Huygens, celui à base 10.

L'équation $v = \frac{v_0}{ktv_0 + 1}$ montre aussi que la relation entre les vitesses et les temps se représente graphiquement par une hyperbole équilatère [Fig. 126], et que les deux hyperboles correspondant aux mouvements suivant AK et AL respectivement, savoir $v = \frac{1}{t + 1}$ et $v = \frac{1}{t\sqrt{2} + 1}$ ou

$\frac{1}{t + \frac{1}{\sqrt{2}}}$, sont identiques ou plutôt ne diffèrent qu'en position. Dans la Fig. 126 AR et les autres droites horizontales représentent des vitesses; MB étant l'axe des temps l'espace ARDB p.e. correspond à une intégrale $\int v dt$ et représente donc une distance parcourue; or, il était bien connu que de pareils espaces sont entr'eux comme des logarithmes ¹⁸⁾.

Tempore toto AB . . . pervenit in recta AL horizontalis tabulae, incipiens in A celeritate terminali, usque ad γ [Fig. 128], sumta $A\gamma \propto BO$. Eodem vero tempore in recta AK, incipiens celeritate quae sit ad terminalem ut $\sqrt{2}$ ad 1, perveniet ad δ , sumta $A\delta$ secundum inventa pagina praecedenti. Nota quod deficiens spatium δK in recta AK non est duplum γL spatii deficientis in recta AL [il faut lire: que δK n'est pas égal à $\gamma L \sqrt{2}$], sicut esset si celeritas diminuta in AK et AL eodem tempore, maneret semper in ratione $\sqrt{2}$ ad 1, seu AR ad AQ in figura paginae praecedentis [Fig. 126]. Set ea ratio minuitur paulatim, sicut apparet quod DB ad CB minorem habet necessario quam AR ad AQ.

On le voit aussi par les formules: le rapport des vitesses suivant AK et AL respectivement est représenté par $1 - \frac{1}{2} \frac{kg.t + 1}{\sqrt{2kg.t + 1}}$, expression dont la valeur décroît constamment lorsque t augmente.

Si possemus considerare (in hac resistentia quae est in dupla ratione celeritatum) motum per AK tanquam compositum ex motu per AB et per AL, deberet tempore AB pervenisse mobile ex A in ζ in diagonio. Sed pervenit in δ . Ergo non habet hic locum motus compositio.

§ 4. En publiant en 1701 ¹⁹⁾ son „Historia Cycloëidis qua genesis & proprietates lineæ cycloëidalis præcipuæ . . . recensentur, etc.” Joh. Gröningius y ajoutait ce qu'il appelle „Christiani Hugonii Annotata posthuma in Isaaci Newtoni Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica”. Nous avons déjà dit au T. X ²⁰⁾ que ce titre est décevant ²¹⁾: quoique le manuscrit de ces „Annotata” — conservé à Hannover — soit de la main de Huygens, ce ne sont pas cependant pour la plupart des remarques provenant de lui. Il a copié des remarques de Fatio de Duillier, et de Newton, de plusieurs desquelles ce dernier a fait usage dans la deuxième édition des „Principia”. Cela paraît d'ailleurs chez Gröningius lui-même puisqu'en deux endroits (p. 110 et 128) il écrit entre parenthèses: „addit Hugenius . . .” et „in margine adscripsit Hugenius . . .”; nous ne reproduisons pas ici ces deux passages ²²⁾ à cause de leur insignifiance. Les „Annotata” débudent cependant par une remar-

¹⁸⁾ Voyez p. e. les p. 205—206 et 264 du T. XX.


¹⁹⁾ Hamburgi, G. Leibzeit.

²⁰⁾ P. 147, note 2.

²¹⁾ La publication de Gröningius, où il y a aussi bien des fautes d'impression, a été faite, comme nous l'avons dit à la p. 324 du T. IX, „sans aucune critique et même sans discernement”.

²²⁾ On trouve le premier dans la note c de la p. 326 du T. IX.

que qui est bien de Huygens: c'est notre N° 2542 de la p. 329 du T. IX: Huygens pensait à tort que Newton avait admis dans le cas d'une résistance proportionnelle au carré de la vitesse la composition des mouvements dont il était question (pour un plan horizontal) au § 3. On trouve ensuite chez Gröningius les Pièces de Newton qui constituent nos N° 2540 et 2541 (T. IX, p. 321 et 328). Dans le T. IX nous avons attribué à Huygens lui-même la remarque (N° 2543) sur la „aqua effluens”. Ce qui suit chez Gröningius (p. 113—116) et se rapporte aussi à ce dernier sujet se trouve dans notre édition aux p. 154—155 du T. X. Viennent ensuite les remarques de Fatio „Conjecturæ de sphaematis typographicis etc.” que nous avons publiées, plus complètement que Gröningius, aux p. 147—155 du T. X.



DISCOURS DE LA CAUSE DE
LA PESANTEUR.



Avertissement.

Huygens avait-il oublié lorsqu'il publia en Hollande en janvier ou février 1690, pour la première fois, son Discours de la Cause de la Pesanteur, avoir envoyé ¹⁾ ce Discours à Paris en juin 1687 pour être placé dans les Divers Ouvrages des membres de l'Académie Royale (lesquels ne devaient paraître qu'en 1693 ²⁾) ? C'est ce qu'il écrit le 30 mars 1690 à de la Hire ³⁾. Quoi qu'il en soit, il est certain qu'après l'apparition, en juillet 1687, des „Principia” de Newton, il ne pouvait guère être satisfait d'une publication de son Discours ⁴⁾ tel, ou à peu près tel ⁵⁾, qu'il l'avait prononcé en 1669. De fait il avait déjà écrit à de la Hire le 1 mai 1687 avoir l'intention de joindre au Discours des „reflexions sur ce que Mr. Richer et autres ont observé, touchant la différente longueur des pendules en différents climats”. En envoyant le Discours à Paris le mois suivant il n'avait pas donné suite à ce projet; mais le fait qu'il avait fait mention de son intention avant juillet 1687 porte à croire qu'il a le droit de faire entendre à la fin de la Préface de l'édition de 1690 que ce qui est dit dans cette

¹⁾ En juin 1687: comparez la p. 379 qui précède.

²⁾ Cependant, si nous comprenons bien de la Hire (T. IX, p. 377) le Discours fut déjà imprimé à Paris avant mars 1690.

³⁾ T. IX, p. 401.

⁴⁾ Dans le titre de la publication de 1687-1693 le mot „Discours” a d'ailleurs été omis; voyez la p. 377 qui précède.

⁵⁾ Voyez sur les changements apportés par lui avant ou en juin 1687 au texte de 1669, la note 5 de la p. 610 du T. XIX, ainsi que la p. 379 qui précède.

édition de l'„alteration des Pendules par le mouvement de la Terre” et „a esté adjouté plusieurs années apres [1669]”, date en substance d'avant la lecture des „Principia”, à laquelle la [deuxième] „Addition” de l'édition de 1690 est postérieure ⁶⁾. On a vu plus haut ⁷⁾ que les premières remarques de Huygens sur la forme sphéroïdale de notre planète — du moins les premières qu'il ait mises par écrit — datent, quoique peu, d'avant l'apparition des „Principia”. Que la force centrifuge due à la rotation de la terre doit avoir pour effet de diminuer la pesanteur, notamment à l'équateur, c'est ce que Huygens avait déjà calculé en 1659 ⁸⁾; et dans son Programme de 1666 à l'Académie Royale il avait parlé d'„une belle experience a faire [avec les pendules] pour prouver que la Terre tourne” ⁹⁾. Dans les oeuvres imprimées de son vivant il n'a jamais dit avoir prévu la possibilité d'un raccourcissement du pendule à secondes, ou la marche plus lente d'un pendule de longueur invariable, lorsqu'on se rapproche de l'équateur. Il parle au contraire en plusieurs endroits ¹⁰⁾ comme si l'observation de Richer de 1672 à l'île de Caienne ¹¹⁾, suivie d'autres observations du même genre — qui, il est vrai, ne s'accordaient pas toujours fort bien avec elle ¹²⁾ — l'avaient amené, alors seulement, à chercher une explication de ce nouveau phénomène. Cette modestie nous semble provenir du fait que tout en ayant *prévu la possibilité du phénomène* ¹³⁾ il n'avait cependant pas osé *affirmer son existence* ¹²⁾.

Il fut décidé en mars 1689 que la publication simultanée du Traité de la Lumière ¹⁴⁾ et du Discours de la Cause de la Pesanteur auraient lieu chez vander Aa à Leiden ¹⁵⁾.

⁶⁾ P. 466 qui suit.

⁷⁾ P. 375.

⁸⁾ P. 304 du T. XVI.

⁹⁾ T. XIX, p. 28. Voyez aussi la p. 248, ainsi que les p. 285—286 du T. XVII et la p. 482 du T. XVIII.

¹⁰⁾ P.e. à la p. 275 du T. IX dans le rapport du 24 avril 1688 aux Directeurs de la Compagnie des Indes Orientales.

¹¹⁾ Voyez sur la publication de Richer la note 3 de la p. 376 qui précède.

¹²⁾ Voyez la p. 131 du T. IX.

¹³⁾ Et tout en ayant donné une instruction à Richer avant son départ (T. XVIII, p. 636) et en 1686 une autre au pilote Helder (T. IX, p. 292).

¹⁴⁾ T. XIX.

¹⁵⁾ T. IX, p. 312. Le 25 mai 1689 (T. IX, p. 319) le Discours fut remis par Huygens, pour un autre but, au professeur de Volder à Leiden; mais dans le rapport d'avril 1688 (note 10 qui précède) il dit avoir déjà traité de la variation de la marche des pendules dans ce qu'il appelle en néerlandais le „Tractæt van de Oorsæck der Swærte”.

Nous croyons donc pouvoir admettre qu'en ce temps l'„Addition” aussi avait été rédigée, qu'elle est par conséquent antérieure — quoique Huygens puisse y avoir apporté des changements dans le cours de l'impression — à son séjour de juin-août 1689 en Angleterre pendant lequel il fit la connaissance personnelle de Newton ¹⁶⁾. On a vu plus haut ¹⁷⁾ que les équations de cette Addition qui se rapportent à la forme non-sphérique de la terre ¹⁸⁾ avaient été trouvées par Huygens en 1687. Outre les deux additions la Préface (sur laquelle nous revenons) était nouvelle. Le 23 décembre l'impression était presque achevée ¹⁹⁾. Le 6 février 1690 Huygens put envoyer quelques exemplaires à Londres ²⁰⁾.

Quant à la première partie, le discours de 1669 tel qu'il était devenu en 1687, il n'est guère surprenant que Huygens y a de nouveau apporté des modifications, dont beaucoup de détail. Nous signalons quelques-unes de ces dernières dans les notes, mais il nous a semblé inutile d'être complet. Huygens a apparemment eu sous les yeux tant la version de 1669 que celle de 1687, puisque parfois il se rallie à la première.

Voici les changements qui nous semblent suffisamment importants pour en faire mention ici :

1. Là où l'on lit maintenant (p. 130; les pages citées ici sont celles de l'édition de 1690, indiquées en marge dans le présent Tome) : „A regarder simplement les corps, sans cette qualité qu'on appelle pesanteur, leur mouvement est naturellement ou droit ou circulaire”, le texte de 1687 avait plus brièvement : „Nous voyons deux sortes de mouvemens dans le monde, le droit, & le circulaire”. Nous avons déjà attiré l'attention sur ce passage à la p. 240 du T. XVI.

2. En disant (même page) que Descartes a tâché „d'expliquer la pesanteur par le mouvement de certaine matiere qui tourne autour de la Terre”, Huygens ajoute maintenant : „& c'est beaucoup d'avoir eu le premier cette pensée”. Quoiqu'à présent il

¹⁶⁾ Voyez sur ce séjour la note 1 de la p. 333 du T. IX, ainsi que les notes 31 de la p. 435 et 34 de la p. 498 qui suivent.

¹⁷⁾ P. 400—402.

¹⁸⁾ Notes 25, 26 et 27 des p. 469 et 470.

¹⁹⁾ T. IX, p. 353.

²⁰⁾ T. IX, p. 357.

rejette avec Newton le vortex deferens, il continue à approuver — en admettant, autrement que Descartes, le vide; voyez la p. 473 — l'idée fondamentale que tout mouvement est dû à des chocs de particules.

3. En parlant de ses théorèmes sur la force centrifuge (même page), Huygens avait dit en 1669: „que nous examinerons icy quelque jour”. En 1687, quoique certain de ne pas pouvoir retourner à Paris, il avait oublié de corriger ces mots. Dans l'édition de 1690 il écrit: „que l'on peut voir à la fin du livre que j'ay escrit du Mouvement des Pendules” [c. à. d. l'„Horologium oscillatorium” de 1673].

4. A propos de son expérience de la Fig. 129 de la p. 132 — laquelle correspond à la Fig. 260 de la p. 632 du T. XIX — il dit maintenant que le vaisseau cylindrique était „d'environ 8 ou 10 pouces de diametre” et que „le fond estoit blanc & uni”. Cela tient au fait que dans la Préface il a cité la Physique de Rohault, disant que son expérience y est mentionnée; or, Rohault donne ces détails.

5. Dans la critique de l'expérience antérieure du même genre de Descartes (deuxième alinéa de la p. 133) le texte de 1687 avait: „ce que je puis bien croire [savoir que les pièces de bois qui se trouvent dans de la dragée de plomb sont amenées au centre par la rotation], mais c'est l'effet de la différente pesanteur du bois et du plomb, considérant tous les corps comme faits d'une mesme matiere”; ce qui a été remplacé par: „ce que je puis bien croire . . . Mais ce qui arrive icy n'est nullement propre à représenter l'effet de la pesanteur; puis qu'on devroit conclure de cette experience, que les corps, qui contiennent le moins de matiere, sont ceux qui pesent le plus. ce qui est contraire à ce qui s'observe dans la veritable pesanteur”.

Voilà bien le sentiment de Huygens. En 1668 il était déjà d'avis que „chaque corps a de la pesanteur suivant la quantité de la matiere qui le compose”²¹⁾. Ce n'est qu'une curiosité, nous semble-t-il, que plus tard, en considérant les tourbillons magnétiques, et croyant voir que ceux-ci doivent avoir plus de prise sur de la matière d'un tissu plus rare, il se soit laissé aller un instant à soutenir ce qu'il rejette manifestement ici, savoir qu'il en est de même des tourbillons gravifiques²²⁾.

6. Comme nous l'avons dit à la p. 380 qui précède, un certain alinéa de 1686—1687 de cette page a été omis en 1690. C'est l'alinéa qui aurait précédé celui de la

²¹⁾ T. XIX, p. 625 et 627. Voyez aussi les p. 381—382 qui précèdent.

²²⁾ T. XIX, p. 560.

p. 457 qui suit: „Il ne faut pas au reste trouver etranges . . . etc.” Or, la raison pour laquelle cet alinéa a été supprimé est évidente. Huygens y disait qu’il n’est nullement nécessaire de se figurer des particules d’éther ou de matière subtile *qui se touchent*; de même que celles de l’air, si compressible, ne se touchent apparemment pas ²³). C’est en adoptant cette manière de voir que nous avons dit dans le T. XIX ²⁴) que suivant Huygens l’éther luminifère, étant soumis à la pesanteur, doit être plus dense auprès de la terre (ou auprès d’une autre planète) que loin d’elle ²⁵). Or, Newton avait fortement insisté sur l’absence presque totale de matière dans les immensités de l’espace, puisque les planètes et les comètes n’éprouvent apparemment aucune résistance appréciable de la part des corpuscules qu’elles rencontrent. Huygens, soutenant que la lumière doit être transmise sous forme d’ondes par un milieu matériel, et se voyant forcé de préciser cette pensée, en vient à dire dans l’Addition (p. 161) que toutes les particules de l’éther „se touchent, mais que le tissu de chacune [est] rare” ²⁶). D’ailleurs il n’avait pas toujours dit avant l’apparition des „Principia” de Newton qu’il y a des intervalles entre les particules de l’éther; à la p. 573 du T. XIX, dans une Pièce sur le magnétisme datant, nous semble-t-il, de 1678, nous lisons tout aussi bien que dans le „Traité de la Lumière”, que „les particules de la matiere etheree se touchent”.

7. Le texte du dernier alinéa de la p. 139 a été modifié: comparez la note 14 de la p. 458 qui suit. C’est maintenant seulement qu’il est dit que „ce qui cause les diverses pesanteurs . . . c’est que ceux de ces corps qui sont plus pesants, contiennent plus de . . . particules, *non en nombre mais en volume*.” Si nous comprenons bien cette phrase, les corps plus denses contiendraient dans un même volume autant de corpuscules que les corps plus légers, mais les particules y seraient plus grosses: la matière étant une, chez Huygens comme chez Newton, la densité de toutes les particules, infiniment dures ²⁷), est et demeure uniforme. Nous ne voyons pas la raison pour

²³) Comparez les p. 5—6 du T. XIX.

²⁴) P. 560.

²⁵) L’éther pourrait d’ailleurs être quelque peu plus dense auprès des corps célestes même dans le cas où les particules d’éther se touchent, savoir dans le cas où ces particules seraient compressibles. Comparez la note suivante ou plutôt consultez la p. 473 du T. XIX.

²⁶) Il n’est pas question en cet endroit de la possibilité — comparez la note précédente — „que les particules d’éther soient encore composées d’autres parties” (Traité de la Lumière, T. XIX, p. 472).

²⁷) Voyez p.e., sur la dureté des particules suivant Newton, la p. 245 du T. XIX.

laquelle Huygens introduit cette égalité du nombre des particules, ni comment elle est censée se maintenir dans les corps compressibles; il est vrai, nous l'avons dit aussi à la p. 319 du T. XIX, que les corps solides *fortement* compressibles et extensibles n'étaient pas encore connus au dix-septième siècle.

Mais on pourrait peut-être soutenir que Huygens a voulu dire que les corps plus lourds contiennent plus de particules, non pas *nécessairement en nombre*, mais *nécessairement en volume*.

8. À la p. 143 la mesure de la terre par Picard est venue remplacer celle de Snellius.

9. À la p. 144 l'alinéa „Il y a au reste plusieurs effets naturels qui semblent demander une matiere extrêmement agitée . . . etc.” a été intercalé. En le comparant avec la petite Pièce de 1667 „Qu'il y a une matiere tres subtile . . . etc.”, imprimée à la p. 553 du T. XIX, on constatera une grande analogie. On peut en outre comparer ce que Huygens dit ici sur la puissante action de la gelée, et sur la nécessité d'avoir „recours à une impulsion violente de quelque matiere, qui fasse etendre la glace, en y introduisant d'autres particules, ou les bulles qui s'y forment, en augmentant l'air qu'elles contiennent” avec le passage de 1670, d'ailleurs biffé, de la p. 338 du T. XIX. Ici aussi nous avons affaire à l'idée fondamentale du N° 2 ci-dessus, savoir que tout mouvement doit provenir de collisions de particules.

Les auteurs anciens ou modernes cités dans le Discours sont au nombre de 11: voyez sur les citations en général l'opinion de Huygens exprimée dans le § 5 de la p. 187 du présent Tome. Dans la Préface Démocrite, Descartes, Rohault; dans le Discours Descartes, Copernic, Picard, Galilée, Richer; dans l'Addition Newton, Descartes, Kepler, Römer, Grégoire de St. Vincent; comme on a pu le constater aussi dans les Nos 2 et 9 qui précèdent, c'est toujours l'influence de Descartes qui prédomine. Vu cependant que les idées de Huygens sur les particules sont plutôt celles de Gasfendi ²⁸⁾ et que d'autre part on rencontre déjà des tourbillons dans l'antiquité ²⁹⁾, on peut non moins bien parler de l'influence de Démocrite sur lui ou plutôt de celle

²⁸⁾ T. XIX, p. 316. Voyez sur ce qui constitue l'essence des corps suivant Descartes la p. 473 qui suit ainsi que la note 31 de la p. 498 qui suit.

²⁹⁾ Voyez les p. 234 et 620 du T. XIX.

du triumvirat Démocrite, Épicure, Lucrèce. Ce qu'il reproche dans la Préface à Démocrite, et ce qu'il aurait pu reprocher de même à Épicure et à Lucrèce — voyez sur ce dernier la note 49 de la p. 364 — c'est d'avoir considéré la pesanteur comme „attachée aux corps terrestres, & aux Atomes mesmes”. Qualité inhérente, donc théorie à rejeter! Déjà avant de recevoir l'oeuvre de Newton Huygens écrivait à l'atio ³⁰): „Je veux bien que [Newton] ne fût pas Cartésien pourvu qu'il ne nous fassé pas des suppositions comme celle de l'attraction”, et dans l'Addition (p. 163): „c'est à quoy je ne crois pas que Mr. Newton consente” favoir à supposer „que la pesanteur fust une qualité inherente de la matiere corporelle”. C'est ce dont il s'est sans doute entretenu avec Newton lui-même en 1689 et ce qu'il a dû aussi dire clairement dans le discours, d'ailleurs inconnu, qu'il prononça en cette année à Londres sur la pesanteur ³¹). De fait, Newton déclarera — nous ne citons que ce seul passage — dans la troisième édition de 1726 des Principia ³²): „Attamen gravitatem corporibus essentialem esse minimè affirmo. Per vim insitam intelligo solam vim inertiae. Haec immutabilis est. Gravitas recedendo à terrâ, diminuitur”. Mais dans la bouche de Newton pareille remarque ne signifie pas qu'il faille nécessairement réduire tout phénomène, et en particulier celui de la gravitation générale, à des collisions de particules.

Dans les „Pensees meslees” nous avons entendu Huygens se déclarer „contre Lucrèce”. Cela signifie d'une part qu'il n'accepte pas les idées de Lucrèce ou de ces prédécesseurs sur la genèse fortuite ³³) — et c'était surtout, d'après le contexte, en ces sens-là qu'il fallait interpréter l'exclamation de Huygens dans les „Pensees meslees”

³⁰) T. IX, p. 190; lettre du 11 juillet 1687.

³¹) „Je crois voir clairement (p. 159 qui suit), que la cause d'une telle attraction [de toutes les petites parties] n'est point explicable par aucun principe de Mécanique . . .”

Le discours de Huygens de juin 1689 à la Royal Society est mentionné dans la „Correspondence of Sir I. Newton”, ed Edlestone, London, 1850, p. XXXI. Huygens lui-même fait mention de la séance du 22 juin à Gresham college (T. IX, p. 333), mais non pas de son discours. D. Brewster („Memoirs of the life, writings and discoveries of Sir Isaac Newton”, Th. Constable, Edinburgh, 1855, I, 215) cite à propos de cette séance le „Journal Book of the Royal Society”.

³²) Regula III.

³³) Tempérées du moins chez Lucrèce par l'existence, suivant le poète, de forces spéciales dans les „semina” et plus généralement dans les êtres vivants; voyez la note déjà citée de la p. 364 qui précède.

³⁴) Comparez la discussion de Huygens avec Pierre Perrault, p. 332 du T. XVIII.

— mais d'autre part, comme la présente Préface le fait voir, qu'il faut être plus conséquent que Lucrèce et ne point admettre du tout, même dans les êtres vivants, d'autres causes du mouvement que les „plagæ”, les chocs des particules ³⁴⁾. On remarquera encore plusieurs fois dans la suite de ce Tome ³⁵⁾ la séparation nette qui existe suivant Huygens entre la période miraculeuse ³⁶⁾ de la création — ou plutôt d'une création —, où il songe surtout ³⁷⁾ à celle d'êtres vivants — car il n'y a rien de miraculeux, semble-t-il, dans la genèse de la terre dont il parle à la p. 152, savoir qu'elle aurait „esté assemblée par l'effect de la pesanteur” —, et le cours ordinaire, mécanique, des choses.

Le „Traité de Physique de Rohault”, cité dans la Préface ³⁸⁾, peut être appelé cartésien, mais comme dans beaucoup d'ouvrages didactiques et peu originaux on y sent l'effort de l'auteur pour concilier les opinions autant et plus que possible ³⁹⁾: „Au reste, on ne trouvera pas que dans tout ce Traité j'aye eu beaucoup de pensées opposées à celles d'Aristote; mais il s'en trouvera plus que je ne voudrois, de contraires à celles de la plupart de ses Commentateurs”. On comprend que Huygens, malgré le fait que sa théorie est „rapportée presque entière” par Rohault, ait tenu à la publier lui-même. Car enfin, la qualité interne et inhérente faisant tendre les corps en bas — qualité combattue tant par Descartes que par Huygens — n'est pas des commentateurs d'Aristote, mais d'Aristote lui-même.

Il faut noter à ce propos que Huygens ne fait qu'une distinction grossière entre divers penseurs grecs en parlant brièvement de la qualité interne faisant tendre les corps *en bas & vers le centre de la Terre, ou à un appetit des parties à s'unir au tout*” ce qui sont non pas deux, mais trois opinions différentes ⁴⁰⁾. À son avis, parler

³⁵⁾ Voyez les §§ 9 et 15 de la Pièce „De rationi impervijs” qui suit.

³⁶⁾ Nous observons, à propos de cette expression, que Huygens lui-même n'emploie pas le mot „miraculum” pour désigner quelque chose qui se passerait en dehors des lois de la nature. Voyez la l. 16 de la p. 701 qui suit.

³⁷⁾ Mais non pas uniquement. Voyez les §§ 8 et 9 de la Pièce „De rationi impervijs”.

³⁸⁾ Nous en citons ici la quatrième édition de 1682; voyez la note 6 de la p. 446 qui suit.

³⁹⁾ Nous ne soutenons évidemment pas qu'inversement toute tendance conciliatrice — nous songeons à Leibniz — serait signe de médiocrité; loin de là!

⁴⁰⁾ Nous n'avons pas à nous étendre sur ce sujet dont tant d'auteurs ont traité. Le lecteur néerlandais pourra consulter p.e. E. J. Dijksterhuis „Val en Worp”, Groningen, Noordhoff, 1924, cité aussi à la p. 106 du T. XVI.

plus longuement d'opinions si erronées ne s'écarterait guère à un auteur épris non d'érudition ⁴¹⁾ mais de la recherche de la vérité ⁴²⁾. Il est également bref au sujet des „restaurateurs modernes de la Philosophie” antérieurs à Descartes qui à son avis „ne sont allés guère plus loin ⁴³⁾”.

Quoique Huygens soit parfaitement clair il aurait peut-être trouvé plus d'adhérents à sa nouvelle théorie de la pesanteur s'il l'avait débitée dans des termes plus courts et plus marqués de l'empreinte de la conviction. La ligne „Tourbillons détruits par Newton. Tourbillons de mouvement sphérique à la place” de la f. 122 des „Chartæ astronomicæ” exprime sa volte-face ou demi-volte-face en une sentence propre à se graver dans la mémoire. Les tourbillons sont morts; vivent les tourbillons! Dans le présent Traité au contraire on ne remarque pas nettement la suite historique de ses idées. Il parle (p. 134—135) de la nécessité de ne pas admettre avec Descartes „une matière [celle du tourbillon] qui se mouvrait continuellement & toute d'un même côté”, puisqu'elle chasserait tous les corps vers l'axe et non pas vers le centre de la terre; il faut au contraire que la „matière fluide” soit „diversément agitée en tous sens” de sorte que les mouvements „se fassent dans des surfaces sphériques [„en tous sens”] à l'entour du centre”; ensuite, beaucoup plus loin, il parle (p. 160) des „Tourbillons de Mr. des Cartes, qui m'avoient autrefois paru fort vraisemblables, & que j'avois encore dans l'esprit” et en même temps du fait qu'il n'avait, lui, „point étendu [comme Newton] l'action de la pesanteur à de si grandes distances [savoir de la terre à la lune et du soleil aux planètes et aux comètes]”. En lisant ces considérations, mêlées à d'autres, il n'est guère possible de se rendre nettement compte de l'évolution des idées de Huygens qui avait été, pouvons-nous dire, la suivante. En lisant à l'âge de 15 ou 16 ans les Principes de Descartes, il avait ajouté foi à son système, c. à. d. il avait admis les tourbillons unilatéraux et contigus autour du soleil et des autres étoiles. Nous avons dit plus haut ⁴⁴⁾ que Rembrantsz. van Nierop, dans sa „Nederduytsche Astronomia” de 1653, admet lui aussi ces tourbillons unilatéraux et contigus. Ils servaient, dans le cas du soleil, à mouvoir les planètes. La terre possédait également

⁴¹⁾ Ou du moins dédaignant de faire montre de son érudition.

⁴²⁾ Pièce des p. 187—188 qui précèdent.

⁴³⁾ Voyez la note 3 de la p. 446 qui suit.

⁴⁴⁾ P. 130.

suivant cette manière de voir, un tourbillon unilatéral menant la lune, sans que ce tourbillon-là ou les tourbillons analogues des autres planètes fussent bornés (comme les grands tourbillons que nous avons appelés „contigus”) par d’autres tourbillons du même genre. Chacun des tourbillons nommés, charriant des planètes ou satellites ou capable d’en charrier, peut être appelé un vortex deferens. Les comètes n’avaient point de tourbillons. Quant à la pesanteur que nous observons, elle était également dite par Descartes être produite par un tourbillon unilatéral autour de l’axe de la terre. Plus tard, peut-être bientôt, Huygens remarqua que ce dernier tourbillon ne satisfaisait pas, qu’il fallait le remplacer par des mouvements tourbillonnaires *en tous sens* suivant des grands cercles autour du centre de la terre; mais il continua à croire au vortex deferens unilatéral menant la lune ⁴⁵⁾ ainsi qu’aux grands tourbillons unilatéraux autour du soleil et des autres étoiles. Seulement ces derniers ne lui paraissaient plus *contigus*. C’est ce qu’il dit en 1669 dans la discussion qui suivit son discours de la cause de la pesanteur. C’est là un point important sur lequel nous l’avons entendu infiltrer dans ses „Pensées meslées” de 1686. Dans le Discours publié en 1690 il n’en dit rien, c’est pourquoi son exposé succinct de la suite de ses idées est bien incomplet. Les comètes, se mouvant encore d’après son sentiment de 1686 à peu près suivant des lignes droites, comme elles l’avaient fait pour Kepler, restaient toujours dépourvus de tout tourbillon, et leur passage au travers des tourbillons étrangers, sans qu’ils fussent emportés par ceux-ci, était un phénomène bien remarquable, à peine explicable.

Or, après la lecture des „Principia” de Newton Huygens perdit entièrement sa foi aux vortices deferentes. Il comprit que le mouvement — du moins le mouvement visible — des comètes est du même genre que celui des planètes, que ces dernières ont donc aussi peu besoin d’un vortex deferens que les premières: le mouvement acquis et la pesanteur vers le soleil, inversement proportionnelle au carré de la distance à cet astre, suffisaient pour expliquer la forme des orbites, qui est une forme elliptique non seulement pour les planètes mais aussi, malgré Kepler, pour les comètes.

Cependant l’idée fondamentale adoptée par Descartes — disons plutôt par Gas-

⁴⁵⁾ Chez Descartes nous ne voyons pas que le vortex unilatéral causant la pesanteur et le vortex unilatéral menant la lune soient nettement distingués l’un de l’autre. Dans le Cap. CLI de la Pars Tertia des „Principia Philosophiæ” („Cur Luna celerius feratur quam Terra”) nous lisons que „ambæ [la terre et la lune, tournant l’une et l’autre autour du même axe ou peu s’en faut] agantur ab eadem materia coelesti”.

fendi, puisque Huygens, comme lui, admet le vide et les atomes infiniment durs — que tout mouvement provient d'un autre mouvement, que tout phénomène physique est donc dû à des collisions de petites particules, continua à trouver pleine créance auprès de Huygens. L'attraction apparente ne pouvait par conséquent être expliquée, à son avis, que par des courants matériels. Or, comme Newton avait démontré que la pesanteur terrestre s'étend jusqu'à la lune, il crut devoir interpréter ce fait en étendant au moins jusqu'à la hauteur de la lune ses mouvements tourbillonnaires en tous sens suivant des grands cercles possédant tous le même centre que la terre. Pour que le soleil menât, ou plutôt pût sembler mener, les planètes, comme la terre semble mener la lune, il fallait aussi supposer autour de lui, et sans doute autour des autres étoiles fixes, des mouvements tourbillonnaires en tous sens. Huygens ne discute pas la question, impossible à résoudre, de savoir jusqu'ou ces mouvements s'étendent — on a vu, *Pensées meslées* § 39, qu'il juge possible l'existence de planètes au delà de Saturne — ⁴⁶⁾, mais vu sa connaissance de la grande distance des étoiles entr'elles, nous pouvons être assurés — ou plutôt: nous savons certainement — que ses nouveaux tourbillons multilatéraux étaient à son avis tout aussi peu contigus que ses anciens vortices deferentes, qu'ils étaient au contraire aussi isolés l'un de l'autre que ceux [unilatéraux] qu'on voit parfois dans des courants d'eau ou des étangs ⁴⁷⁾.

Cette croyance aux tourbillons multilatéraux ou sphériques en tous sens était bien la seule possible pour Huygens à moins que d'abandonner entièrement sa conviction du mécanisme universel („les voies dont je me suis servi", p. 161), autrement dit celle de l'importance fondamentale des chocs des particules. Aussi la Correspondance nous apprend-elle qu'il est resté dans cette opinion depuis 1687 jusqu'à sa mort. Le 24 août 1694 ⁴⁸⁾ il déclare dans une lettre à Leibniz ne pas voir „qu'on ait encore apporté de difficulté considérable contre la cause [de la pesanteur] que j'ay expliquée dans mon discours".

Il s'ensuivait qu'il ne pouvait être convaincu de l'exactitude de toutes les conséquences tirées par Newton de l'hypothèse („point explicable par aucun principe de

⁴⁶⁾ Comparez la fin de la note 23 de la p. 496 qui suit.

⁴⁷⁾ A la p. 123 v des „Chartæ astronomica" (faisant partie des „Chartæ ad Cosmotheonon pertinentes") on lit à la fois: Rectifier l'idée des tourbillons et Tourbillons nécessaires, la terre s'en fuirait du soleil. mais fort distans l'un de l'autre et non pas comme ceux de M. des Cartes, se touchants.

Voyez aussi l'avant-dernier alinéa du deuxième livre du „Cosmotheonos".

⁴⁸⁾ T. X, p. 669.

Mechanique", p. 159) de l'attraction universelle des petites parties. Il ne voyait donc pas de raison pour admettre qu'au dedans de la terre la pesanteur décroît proportionnellement à la distance. On a déjà vu plus haut (p. 386) qu'une pesanteur constante dans l'intérieur de la terre lui semblait plus probable.

Aux p. 166 et 167 du Discours Huygens s'élève contre l'idée qu'il existerait, en vertu de la non-sphéricité de la terre, une deuxième inégalité des pendules, provenant de la loi newtonienne, inégalité agissant dans le même sens que la première qui était celle due à la force centrifuge. Seulement ce qui est considéré ici comme „la loi newtonienne", ou plutôt ce que nous avons nous-même pour un instant désigné par ce terme, c'est l'idée que pour un sphéroïde les pesanteurs aux poles et à l'équateur, ainsi qu'ailleurs, seraient inversement proportionnelles aux carrés des distances du centre. Huygens calcule que par cette deuxième inégalité, jointe à la première, un pendule de longueur donnée „iroit plus lentement sous l'Equateur que sous le Pole, du double de ce qu'elle retardoit par le mouvement [tournant] de la Terre"; il „doute fort que l'expérience confirme cette grande variation". Ce qu'il réfute ici, ou du moins ce qu'il dit considérer comme bien peu probable, ne correspond pas précisément au résultat du calcul de Newton suivant lequel ⁴⁹⁾ la pesanteur aux poles d'un sphéroïde (de densité constante) dépourvu de rotation est sans doute plus grande que celle à l'équateur, mais non pas suivant la proportion inverse des carrés des distances au centre. Il est vrai qu'on peut dire que le rapport des dites pesanteurs est chez Newton du même ordre de grandeur, quoique plus petit, que celui supposé ici par Huygens.

Les p. 167—168 sont occupées par des considérations sur la grandeur de la pesanteur auprès de la surface de Jupiter et du Soleil et sur les dimensions du système planétaire (voyez les p. 409—412 qui précèdent). Huygens y attribue la chaleur du soleil au fait que ses particules „frappent contre les particules de l'Ether ⁵⁰⁾ [en

⁴⁹⁾ Prop. XIX, Probl. III du Lib. III des „Principia".

En septembre 1690 (T. IX, p. 484) Huygens écrit à Papin qu'il n'est pas impossible que les expériences ultérieures avec les pendules donneront des résultats qui s'écartent quelque peu de ceux qu'avait fournis le voyage de 1687 du Cap de Bonne Espérance à Texel. Il cite la p. 166 de son Discours et parle de „la diverse pesanteur de Mr. Newton [nous soulignons]" qui „peut n'avoir pas lieu icy"; comme nous l'avons dit dans le texte, ce n'est pas en réalité de la loi de Newton qu'il s'agit ici. Comparez la p. 422 qui précède.

mouvement rapide] qui les environne", apparemment sans se fâcher de l'épuisement ou du moins la diminution du mouvement de rotation qui, dirait-on, pourrait en résulter.

L'Addition se termine par des considérations mathématiques, se rattachant aux calculs et constructions de Huygens de 1668 ainsi qu'à ceux de Newton, sur le mouvement d'un corps punctiforme dans un milieu dont la résistance est proportionnelle soit à la première soit à la deuxième puissance de la vitesse, et sur les propriétés de la ligne logarithmique employée dans les dites constructions.

Dans l'édition des œuvres de Huygens par 's Graveſande ⁵¹⁾ celui-ci a fait imprimer les démonstrations des théorèmes de Huygens sur la logarithmique telles qu'elles avaient été données en 1701 par Guido Grandi dans l'ouvrage „Geometrica demonstratio theorematum Hugenanorum circa logistica etc.” dont nous avons donné le titre complet à la p. 473 du T. XIV. Nous nous contentons ici d'indiquer dans des notes les endroits où l'on peut trouver les démonstrations de Huygens lui-même lesquelles étaient inconnues tant à 's Graveſande qu'à Grandi.

Apparemment Huygens a tenu à conclure son Discours de la même façon qu'il avait terminé l'„Horologium oscillatorium” et le „Traité de la Lumière”, savoir par une série de théorèmes incontestablement exacts.

Nous avons déjà mentionné à la p. 402 du T. XIX une réimpression ⁵²⁾ du Discours de 1885 par W. Burckhardt. Une traduction allemande par R. Mewes a paru à Berlin en 1893 ⁵³⁾.

⁵⁰⁾ Comparez la note 1 de la p. 288 du T. XIX.

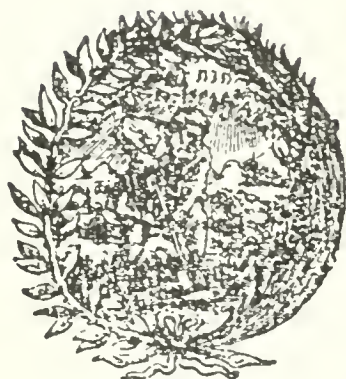
⁵¹⁾ Opera reliqua, T. I, 1728.

⁵²⁾ Sans aucune note.

⁵³⁾ Chez A. Friedländer. Voyez sur la préface la note 21 de la p. 496 qui suit.

DISCOVERS
DE LA CAVSE
DE LA
PESANTEUR.

Par C H D. Z.



A L E I D E ,
Chez PIERRE VANDER AA, Marchand Libraire.
M D C X C.



PRÉFACE.

La Nature agit par des voies si secrètes & si imperceptibles, en amenant vers la Terre les corps qu'on appelle pesants, que quelque attention ou industrie qu'on emploie, les sens n'y sçauroient rien decouvrir. C'est ce qui a obligé les Philosophes des siècles passéz à ne chercher la cause de cet admirable effet, que dans les corps mesmes, & de l'attribuer à quelque qualité interne & inherente, qui les faisoit tendre en bas & vers le centre de la Terre, ou à un appetit des parties à s'unir au tout. ce qui n'estoit pas exposer les causes, mais supposer des Principes obscurs & non entendus. On peut le pardonner à ceux qui se contentoient de pareilles solutions en bien de rencontres; mais non pas si bien à Democrite & à ceux de sa Secte, qui aiant entrepris de rendre raison de tout par les Atomes, en ont excepté la seule Pesanteur; qu'ils ont attachée aux corps terrestres, & aux Atomes mesmes. sans s'enquerir d'où elle leur pouvoit venir ¹⁾. Parmi les auteurs & restaurateurs modernes de la Philosophie, plusieurs ont bien jugé qu'il falloit etablir quelque chose au dehors des corps, pour causer les attractions & les suites qu'on y observe: mais ils ne sont allez guere plus loin que ces premiers, lors qu'ils ont eu recours, les uns à un air subtil & pesant, ²⁾ qui en pressant les corps les fist descendre; (car c'est supposer desjà une pesanteur, & il est si fort contre les loix de la Mechanique de vouloir qu'une matiere liquide & pesante presse en bas les corps qu'elle environne, qu'au contraire elle devroit les faire

¹⁾ Voyez à la p. 364 qui précède, notre note sur Lucrèce. Et comparez ce que Huygens dit dans les premières lignes de la p. 404 du T. X, datant de 1693, sur Démocrite et Epicure.

²⁾ H. Cardani De Subtilitate Libri XXI, Basileæ 1614 (première édition 1551), p. 85: „aër sub initio motus motum non iuvat, nisi parum, succedente tempore aeris motus naturalis ut movetur validior fit etc.”.

monter, étant supposez sans aucun poids en eux mêmes, tout ainsi que l'eau fait monter une phiole vuide qu'on y enfonce:) les autres à des esprits & à des emanations immatérielles;³⁾ ce qui n'éclaircit de rien, puisque nous n'avons nulle conception, comment ce qui est immatériel donne du mouvement à une substance corporelle.

M^r. Des Cartes a mieux reconnu que ceux qui l'ont précédé, qu'on ne comprendroit jamais rien d'avantage dans la Physique, que ce qu'on pourroit rapporter à des Principes qui n'excèdent pas la portée de nostre esprit, tels que sont ceux qui dependent des corps, considerez sans qualitez, & de leurs mouvements. Mais comme la plus grande difficulté consiste à faire voir comment tant de choses diverses sont effectuées par ces seuls Principes, c'est à cela qu'il n'a pas fort réussi dans plusieurs sujets particuliers qu'il s'est proposé à examiner: desquels est entre autres, à mon avis, celui de la Pesanteur. On en jugera par les remarques que je fais en quelques endroits sur ce qu'il en a écrit; aux quelles j'en aurois pû joindre d'autres. Et cependant j'avoue que ses essais, & ses vuës, quoyque fausses, ont servi à m'ouvrir le chemin à ce que j'ay trouvé sur ce même sujet ⁴⁾.

Je ne le donne pas comme étant exempt de tout doute, ni à quoy on ne puisse faire des objections. Il est trop difficile d'aller jusques là dans des recherches de cette nature. Je crois pourtant que si l'hypothese principale, sur la quelle je me fonde, n'est pas la véritable, il y a peu d'esperance qu'on la puisse rencontrer, en demeurant dans les limites de la vraye & saine Philosophie ⁵⁾.

Au reste, ce que j'apporte icy, entant qu'il ne regarde que la cause de la Pesanteur, ne paroitra pas nouveau à ceux qui auront lû le Traité de Physique de M^r. Rohault ⁶⁾;

³⁾ Voyez p.e. notre citation de Baco Verulamius dans la note 2 de la p. 629 du T. XIX: il y est question d'une „*emissio spirituum & virtutis immaterialis*” causant le „*motus gravitatis*”. Évidemment Huygens songe aussi à la „*virtus tractoria*” de Kepler: dans l’„*Introductio*” de l’„*Astronomia nova*” de 1609 p.e. Kepler parlait, à propos des marées, de l’„*orbis virtutis tractoris, quæ est in luna*” et „*porrigitur usque ad terras*”. Nous rappelons en outre que dans son „*Traité de Mécanique*” de 1636 Roberval admettait l’„*attraction de toutes les parties de la terre*” (T. XIX, p. 184 et 621).

⁴⁾ Voyez p.e. la p. 244 du T. XVII.

⁵⁾ Comparez le troisième alinéa de la p. 461 du T. XIX: en cet endroit du „*Traité de la Lumière*” publié simultanément avec le présent Discours, Huygens parlait de la vraye Philosophie, dans laquelle on conçoit la cause de tous les effets naturels par des raisons de mécanique. Nous avons aussi cité ces lignes dans la note 1 de la p. 4 du T. XIX.

⁶⁾ Quatrième édition: „*Traité de Physique*” par Jacques Rohault, Paris, G. Desprez, 1682. La première édition était de 1671.

parce que ma Theorie y est rapportée presque entiere. Car ce Philosophe ayant vû mon Experience de l'eau tournante, & ayant entendu l'application que j'en faisois, (ainsi qu'il le reconnoit avec ingenuité,) a trouvé assez de vraisemblance dans mon opinion, pour la vouloir suivre. Mais parce que parmy mes pensées, il mesle aucunement celles de Mr. Des Cartes, & les siennes propres, & qu'il omet plusieurs choses qui apartiennent à cette matiere, dont il y en a qu'il ne pouvoit pas sçavoir, j'ay esté bien aise qu'on vist comme je l'ay traitée moy mesme.

La plus grande partie de ce Discours a esté écrite du temps que je demeurois à Paris, & elle est dans les Registres de l'Academie Royale des Sciences, jusques à l'endroit où il est parlé de l'alteration des Pendules par le mouvement de la Terre. Le reste a esté adjouté plusieurs années apres: & en suite encore l'Addition, à l'occasion qu'on y trouvera indiquée au commencement.




TABLE DES MATIERES

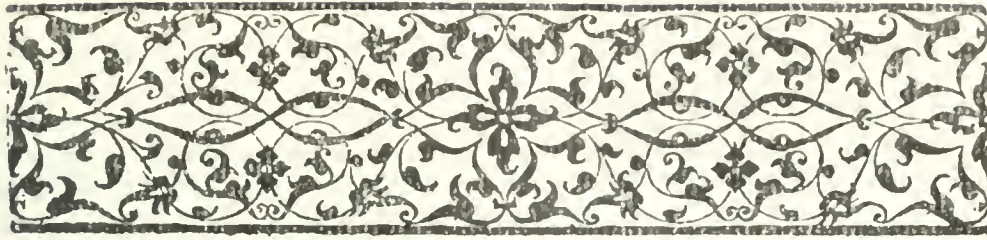
Traitées dans ce Discours ¹⁾.

<i>Que mon Explication de la Pesanteur differe de celle de Mr. Des Cartes</i>	<i>p.</i>	130
<i>La force Centrifuge comparée a celle de la Pesanteur</i>	<i>p.</i>	130
<i>Comment elle peut servir à causer la Pesanteur</i>	<i>p.</i>	131
<i>Experience qui represente l'effet de la Pesanteur</i>	<i>p.</i>	132
<i>Experience de Mr. Des Cartes pour la mesme fin</i>	<i>p.</i>	133
<i>Hypothese pour expliquer la Pesanteur</i>	<i>p.</i>	135
<i>Sa definition</i>	<i>p.</i>	137
<i>Pour quoy on ne s'apperçoit pas du mouvement de la matiere qui cause la Pesanteur</i>	<i>p.</i>	137
<i>Qu'il y a encore d'autres matieres qui remplissent les espaces de l'air</i>	<i>p.</i>	137
<i>Que la matiere, qui cause la Pesanteur, passe par les pores de tous les corps que nous connoissons</i>	<i>p.</i>	139
<i>Ce qui fait la différente Pesanteur des corps</i>	<i>p.</i>	139
<i>Que les Pesanteurs des corps gardent la mesme proportion que les quantitez de matiere qui les composent</i>	<i>p.</i>	140
<i>Refutation de l'opinion contraire de Mr. Des Cartes</i>	<i>p.</i>	140
<i>Quelle est la vitesse de la matiere qui cause la Pesanteur sur la Terre</i>	<i>p.</i>	142
<i>Que la rapidité de cette matiere sert à rendre raison de plusieurs autres effets naturels</i>	<i>p.</i>	144
<i>Que la mesme rapidité est cause de l'acceleration continue des corps qui tombent</i>	<i>p.</i>	144
<i>Et de ce que leurs vitesses croissent dans la proportion des temps</i>	<i>p.</i>	145
<i>De l'observation du racourcissement du Pendule à Secondes pres de la Ligne Equinoctiale</i>	<i>p.</i>	145
<i>Quelle est la raison de cet effet</i>	<i>p.</i>	146
<i>De combien les Horloges à pendule retardent en allant vers la Ligne Equinoctiale, & comment on peut calculer ces retardements</i>	<i>p.</i>	150
<i>Que la Ligne du Plomb ne tend pas au centre de la Terre</i>	<i>p.</i>	151
<i>Que la Terre n'est pas spherique</i>	<i>p.</i>	152
<i>Experience des Horloges à pendule pour trouver les Longitudes sur mer</i>	<i>p.</i>	153
<i>Moyen de determiner quelle est la figure de la Terre</i>	<i>p.</i>	154
<i>Quelle pourroit estre cette figure, si la Terre tournoit beaucoup plus viste</i>	<i>p.</i>	157
<i>Considerations sur le Systeme de Mr. Newton</i>	<i>p.</i>	160
<i>Inconveniens des Tourbillons de Mr. Des Cartes</i>	<i>p.</i>	161
<i>Si la matiere celeste doit estre rare</i>	<i>p.</i>	161

¹⁾ Un brouillon de cette Table des Matieres se trouve sur la f. 32 du Manuscrit G. La Table imprimée reproduit assez fidèlement celle du Manuscrit. Notons que Huygens a omis la première phrase du brouillon: „Que je ne me sers que de Principes fort simples” et qu’il n’est pas encore question dans ce dernier du sujet ultime „Proprietez remarquables de la Ligne Logarithmique”.

<i>Comment sa densité n'empêche point que les corps ne soient pesants</i>	<i>p.</i>	163
<i>Considération sur l'extension de la Lumière en ligne droite</i>	<i>p.</i>	164
<i>Remarque sur la Lune, qui confirme la diminution de la pesanteur, en raison contraire des quarrés des distances du centre de la Terre</i>	<i>p.</i>	165
<i>S'il n'en doit pas arriver une seconde irregularité ²⁾ aux Horloges à pendule</i>	<i>p.</i>	166
<i>De la Pesanteur dans les Planetes de Saturne & Jupiter, & à la surface du Soleil. . .</i>	<i>p.</i>	167
<i>Conjecture touchant la cause de la forte Lumière du Soleil</i>	<i>p.</i>	168
<i>Du mouvement des corps pesants qui tombent, ou qui sont jettés, dans un milieu qui resifle & suivantes</i>	<i>p.</i>	168
<i>Proprietez remarquables de la Ligne Logarithmique</i>	<i>p.</i>	176

²⁾ Dans le brouillon: „inégalité”; c'est l'expression dont Huygens se sert aussi à la p. 166. On pourrait songer à propos du mot „irregularité” à une faute de transcription ou d'impression.



DISCOURS DE LA CAUSE DE LA PESANTEUR.



our trouver une cause intelligible de la Pesanteur, il faut voir comment il se peut faire, en ne supposant dans la nature que des corps qui soient faits d'une mesme matiere, dans lesquels on ne considere aucune qualite ni aucune inclination à s'approcher les uns des autres, mais seulement des differentes grandeurs, figures, & mouvements; comment, disje il se peut faire que plusieurs pourtant de ces corps tendent directement vers un mesme centre, & s'y tiennent assemblez à l'entour; qui est le plus ordinaire & le principal phenomene de ce que nous appelons pesanteur.

La simplicité des principes que j'admets, ne laisse pas beaucoup de choix dans cette recherche. car on juge bien d'abord qu'il n'y a point d'apparence d'attribuer à la figure, ni à la petitesse des corpuscules, quelque effet semblable à celui de la pesanteur; laquelle estant un effort, ou une inclination au mouvement, doit vraisemblablement estre produite par un mouvement. De sorte qu'il ne reste qu'à chercher de quelle maniere il peut agir, & dans quels corps il se peut rencontrer.

A regarder simplement les corps, sans cette qualite qu'on appelle pesanteur, leur (p. 130). mouvement est naturellement ou droit ou circulaire¹). Le premier leur appartenant lors qu'ils se meuvent sans empeschement: l'autre quand ils sont retenus autour de quelque centre, ou qu'ils tournent sur leur centre mesme. Nous connoissons aucunement la nature du mouvement droit, & les loix que gardent les corps dans la communication de leurs mouvements, lorsqu'ils se rencontrent. Mais tant que l'on ne considere que cette sorte de mouvement, & les reflexions qui en arrivent entre les parties de la matiere, on ne trouve rien qui les determine à tendre vers un centre. Il faut donc venir necessairement aux proprietéz du mouvement circulaire, & voir s'il y en a quelqu'une qui nous puisse servir.

Je sçay que Mr. Des Cartes a aussi tasché dans sa Physique d'expliquer la pesanteur par le mouvement de certaine matiere qui tourne autour de la Terre; & c'est beaucoup d'avoir eu le premier cette pensèe¹). Mais l'on verra, par les remarques que je

¹) Voyez sur ce texte de l'édition de 1690 la p. 431 de l'Avertissement qui précède.

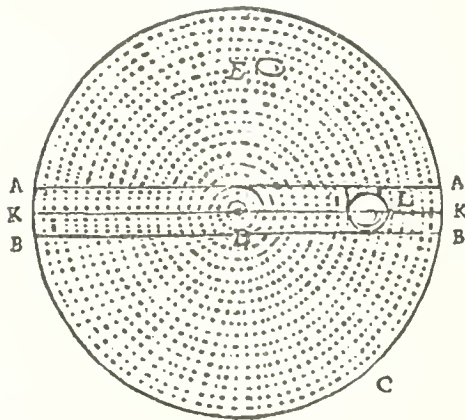
feray dans la fuite de ce discours, en quoy sa maniere est differente de celle que je vais proposer, & aussi en quoy elle m'a semblé defectueuse.

Il a considéré, comme moy, l'effort que font les corps, qui tournent circulairement, à s'éloigner du centre; dont l'expérience ne nous permet pas de douter. Car en tournant une pierre dans une fronde, l'on sent qu'elle nous tire la main, & cela d'autant plus fort que l'on tourne plus vite; jusques là mesme que la corde peut venir à se casser. J'ay fait voir ey devant cette mesme propriété du mouvement circulaire, en attachant des corps pesants sur une table ronde, percée au centre, & qui tournoit sur un pivot; & j'ay trouvé la determination de sa force, & plusieurs Theoremes qui la concernent ²⁾: que l'on peut voir à la fin du livre que j'ay escrit du Mouvement des (p. 131). Pendules. Par exemple, je dis qu'un corps tournant en rond, au bout d'une corde tendue horizontalement, s'il va avec la vitesse qu'il pourroit acquerir par sa chute, en tombant d'une hauteur egale à la moitié de la mesme corde, c'est-à-dire au quart du diametre de la circonference qu'il decrit, elle sera tirée justement avec autant de force que si elle soutenoit le mesme corps suspendu en l'air ³⁾.

L'effort à s'éloigner du centre est donc un effet constant du mouvement circulaire. & quoyque cet effet semble directement opposé à celuy de la gravité, & que l'on ait objecté à Copernic que, par le tournoiment de la terre en 24 heures, les maisons & les hommes devroient estre jettez dans l'air; je feray voir pourtant, que ce mesme effort, que font les corps tournants en rond à s'éloigner du centre, est cause que d'autres corps concourent vers le mesme centre.

7. Imaginons nous [Fig. 129] qu'à l'entour du centre D il tourne de la matiere fluide contenue dans l'espace ABC, dont elle ne puisse point sortir à cause des autres corps qui

[Fig. 129]



(p. 132).

l'environnent. Il est certain que toutes les parties de ce fluide font effort pour s'éloigner du centre D; mais sans aucun effet, puis que celles, qui devroient succéder en leur place, ont la mesme inclination à s'éloigner de ce centre. Mais si parmi les parties de cette matiere il y en avoit quelque une, comme F, qui ne suivist pas le mouvement circulaire des autres, ou qui allast moins vite que celles qui l'environnent; je dis qu'elle sera poussée vers le centre, parce que ne faisant point d'effort pour s'en éloigner, ou en faisant moins que les parties prochaines, elle cederà à l'effort de celles qui seront moins éloignées

²⁾ Passage cité à la p. 328 du T. XVI dans un Appendice au Traité de la Force centrifuge.

³⁾ Ceci correspond à la Proposition VI du Traité de la Force Centrifuge (T. XVI, p. 277).

du centre D, & leur fera place en s'approchant vers ce centre, puisqu'elle ne le feroit faire autrement.

L'on peut voir cet effet par une experience que j'ay faite expres pour cela⁴⁾, qui merite bien d'estre remarquée, parce qu'elle fait voir à l'œil une image de la pesanteur. Je pris un vaisseau cylindrique, d'environ 8 ou 10 pouces de diametre, & dont le fond estoit blanc & uni. sa hauteur n'avoit que la moitié ou le tiers de sa largeur⁵⁾. L'ayant rempli d'eau, j'y jettay de la cire d'Espagne concassée⁶⁾, qui, estant tant soit peu plus pesante que l'eau, va au fond; & en suite je le couvris d'un verre, appliqué immédiatement sur l'eau, que j'attachay tout autour avec du ciment, afin que rien ne püst echaper. Estant ainsi ajusté, je plaçay ce vaisseau au milieu de la table ronde, dont j'ay parlé peu devant; & la faisant tourner, je vis aussi tost que les brins de la cire d'Espagne, qui touchoient au fond, & suivoient mieux le mouvement du vaisseau que ne faisoit l'eau, s'allerent mettre tout autour des bords⁷⁾, par la raison qu'ils avoient plus de force que l'eau à s'éloigner du centre. Mais ayant continué un peu de temps à faire tourner le vaisseau avec la table, par où l'eau acqueroit de plus en plus le mouvement circulaire, j'arrestay soudainement la table; & alors à l'instant toute la cire d'Espagne s'enfuit au centre en un monceau, qui me representa l'effet de la pesanteur. Et la (p. 133). raison de cecy estoit que l'eau, non-obstant le repos du vaisseau, continuoit encore son mouvement circulaire, & par conséquent son effort à s'éloigner du centre; au lieu que la cire d'Espagne l'avoit perdu, ou peu s'en faut, pour toucher au fond du vaisseau que estoit arrêté. Je remarquay aussi que cette poudre s'alloit rendre au centre par des lignes Spirales, parce que l'eau l'entraînoit encore quelque peu. Mais si l'on ajuste, dans ce vaisseau, quelque corps en sorte, qu'il ne puisse point du tout suivre le mouvement de l'eau, mais seulement s'en aller vers le centre, il y fera alors poussé tout droit. Comme si L est une petite boule, qui puissè rouler librement sur le fond, entre les filets A A, B B & un troisième un peu plus élevé K K, tendus horizontalement par le milieu du vaisseau; l'on verra qu'aussi tost que le mouvement du vaisseau sera arrêté, cette boule s'en ira au centre D. Et il faut noter que, dans cette dernière experience, on peut rendre le corps L de la même pesanteur que l'eau, & que la chose

⁴⁾ Le Discours tel qu'il était en 1687 (publié en 1693, voyez l'Avertissement) avoit „une experience fort aisée, qui . . . etc.”.

⁵⁾ Ces détails sur le vaisseau ne se trouvaient pas encore dans le texte de 1687—1693. La couleur blanche du vaisseau avait été mentionnée par Rohault dans son livre cité dans la note 6 de la p. 446 qui précède.

⁶⁾ Dans le texte de 1687—1693 il était question de „sciure de bois” ou de cire d'Espagne. En 1669 (T. XIX, p. 633) Huygens ne parlait encore que de „quelque matiere un peu plus pesante que l'eau”.

⁷⁾ Ceci n'avait pas été dit si clairement dans les textes précédents, où le lecteur apprenait seulement que les particules considérées n'avaient pas de tendance à se rapprocher du centre.

en succedera encore mieux; de sorte que, sans aucune difference de pesanteur des corps qui sont dans le vaisseau, le seul mouvement en produit icy l'effect.

L'experience que Mr. Des Cartes propose, dans une de ses lettres imprimées⁸⁾, differe beaucoup de cellecy. car il remplit le vaisseau A B C de menuë dragée de plomb entre-mêlée de quelques pieces de bois, ou d'autre matiere plus legere que le plomb: & faisant tout tourner ensemble, il dit que les pieces de bois seront chassées vers le milieu du vase. ce que je puis bien croire, pourvu toutefois qu'on frappe légèrement sur les bords du vaisseau, pour faciliter la separation de ces deux matieres. Mais ce qui arrive icy n'est nullement propre à représenter l'effet de la pesanteur; puis qu'on devoit conclure de cette experience, que les corps, qui contiennent le moins de matiere, sont ceux qui pesent le plus. ce qui est contraire à ce qui s'observe (p. 134). dans la veritable pesanteur⁹⁾. Il propose encore, dans une autre lettre¹⁰⁾, de jetter, dans de l'eau tournante, de petits morceaux de bois, & il dit qu'ils s'en iront vers le milieu de l'eau. Au quel endroit s'il entend du bois qui nage sur l'eau, comme il y a de l'apparence, il ne se fera point de concentration. Mais s'il veut qu'il aille au fond, ce sera veritablement la mesme experience que j'ay proposée peu auparavant, & le bois s'amassera au centre, mais ce sera à cause qu'en touchant au fond du vase, son mouvement circulaire sera retardé, de laquelle raison Mr. Des Cartes n'a point parlé.

Or ayant trouvé dans la nature un effect semblable à celui de la pesanteur, & dont la cause est connue, il reste à voir si l'on peut supposer qu'il arrive quelque chose de pareil à l'égard de la Terre, c'est à dire qu'il y ait quelque mouvement de matiere qui contraigne les corps à tendre au centre, & qui s'accommode en mesme temps à tous les autres phenomenes de la pesanteur.

Supposant le mouvement journalier de la Terre, & que l'air & l'ether qui l'environnent ayent ce mesme mouvement, il n'y a encore rien en cela qui doive produire la pesanteur: puisque, suivant l'experience peu devant rapportée, les corps terrestres ne devraient point suivre ce mouvement circulaire de la matiere celeste, mais estre à son égard comme en repos, s'il falloit qu'ils fussent poussez par elle vers le centre.

⁸⁾ La lettre 32 du T. 2 de l'édition de Clerselier, comme cela est écrit en marge dans l'édition de 1693. C'est une lettre à Mersenne du 16 octobre 1639, N° CLXXIV du T. II de 1898 des Oeuvres de Descartes, éd. Ch. Adam et P. Tannery.

⁹⁾ Texte de 1687—1693: „ce que je puis bien croire, mais c'est un effet de la differente pesanteur du bois et du plomb: considerant tous les corps comme faits d'une mesme matiere”.

Voyez aussi le deuxième alinéa du N° 5 de la p. 432 de l'Avertissement qui précède sur l'idée que les corps contenant peu de matiere pourraient être plus pesants que ceux qui en contiennent beaucoup.

¹⁰⁾ Nous ne voyons pas de quelle lettre de Descartes Huygens entend parler.

Que si l'on vouloit que la matiere celeste tournast du mesme costé que la Terre, mais avec beaucoup plus de vitesse, il s'ensuivroit que ce mouvement rapide, d'une matiere qui se mouvroit continuellement & toute d'un mesme costé, se feroit sentir, & qu'elle emporteroit avec elle les corps qui sont sur la Terre; de mesme que l'eau emporte la cire d'Espagne dans nostre experience; ce qui pourtant ne se fait nullement. Mais outre cela, ce mouvement circulaire, autour de l'axe de la Terre, ne pourroit en tout cas chasser les corps, qui ne suivent pas le mesme mouvement, que vers ce (p. 135). mesme axe, de sorte que nous ne verrions pas les corps pesants tomber perpendiculairement à l'horizon, mais par des lignes perpendiculaires à l'axe du monde, ce qui est encore contre l'experience.

Pour expliquer donc la pesanteur de la maniere que je la conçois ¹¹⁾, je supposeray que dans l'espace spherique, qui comprend la Terre & les corps qui sont au tour d'elle jusqu'à une grande estenduë, il y a une matiere fluide qui consiste en des parties tres petites, & qui est diversement agitée en tous sens, avec beaucoup de rapidité. Laquelle matiere ne pouvant sortir de cet espace, qui est entouré d'autres corps, je dis que son mouvement doit devenir en partie circulaire autour du centre; non pas tellement pourtant qu'elle vienne à tourner toute d'un mesme sens, mais en sorte que la plupart de ses mouvemens differens se fassent dans des surfaces spheriques à l'entour du centre dudit espace, qui pour cela devient aussi le centre de la Terre.

La raison de ce mouvement circulaire est que la matiere contenue dans quelque espace, se meut plus aisement de cette maniere que par des mouvemens droits contraires les uns aux autres, lesquels mesme en se reflexissant, (parce que la matiere ne peut pas sortir de l'espace qui l'enferme) sont reduits à se changer en circulaires.

L'on voit cet effect du mouvement lors qu'on essaie de l'argent par la Coupelle; car la petite boule de plomb meslée d'argent, ayant ses parties fortement agitées par la chaleur, tourne incessamment autour de son centre, tantost d'un costé tantost d'un autre, changeant à tous momens, & si viste que l'oeil a de la peine à s'en appercevoir. Il arrive encore la mesme chose à une goutte de suif de chandelle, lors que la tenant suspendue à la pointe des mouchettes, on l'approche de la flame, car elle se met à tourner avec une tres grande vitesse.

Il est vray que d'ordinaire cette goutte tourne toute d'un costé ou d'autre, selon (p. 136). que la flame de la chandelle vient à la toucher. Mais dans la matiere celeste, que j'ay supposée, il n'en doit pas arriver de mesme, par ce qu'ayant une fois du mouvement en tous sens, il faut qu'il en demeure toujours, quoyqu'il soit changé en spherique, par ce qu'il n'y a pas de raison pourquoy le mouvement d'une partie de la matiere

¹¹⁾ Texte précédent (1687—1693): „Pour arriver (en 1669: parvenir) donc à une cause possible de la pesanteur”.

l'emporteroit sur celui des autres, pour faire que toute la masse tournast d'un même sens. Car au contraire, la loy de la nature, que j'ay rapportée ailleurs, est telle dans la rencontre des corps qui sont diversément agitez, qu'il s'y conserve toujours la même quantité de mouvement vers le même côté.

Et quoy que ces mouvemens circulaires, en tant de sens divers dans un même espace, semblent se devoir contrarier & empêcher souvent; la grande mobilité toute fois de la matiere, aidée par la petitesse de ses parties, qui surpasse de beaucoup l'imagination, fait qu'elle souffre assez facilement toutes ces différentes agitations. L'on voit quand on a brouillé de l'eau dans une phiole de verre, de combien de différens mouvemens ses parties sont capables; & il faut se figurer la liquidité de la matiere celeste incomparablement plus grande que celle que nous remarquons dans l'eau, qui estant composée de parties pesantes, entassées les unes sur les autres, devient par là paresseuse au mouvement; au lieu que la matiere celeste, se mouvant librement de tous costez, prend tres facilement des impressions différentes par les diverses rencontres de ses parties, ou par la moindre impulsion des autres corps. & s'il n'estoit ainsi, l'air ne cederoit pas si facilement qu'il fait au mouvement de nos mains. De sorte qu'il faut considerer que les mouvemens circulaires de cette matiere fluide, autour de la Terre, sont bien souvent interrompus & changez en d'autres, mais qu'il en demeure toujours plus que de ceux qui suivent d'autres routes: ce qui suffit pour le présent dessein.

(p. 137). Il n'est pas difficile maintenant d'expliquer comment par ce mouvement la pesanteur est produite. Car si parmi la matiere fluide, qui tourne dans l'espace que nous avons supposé, il se rencontre des parties beaucoup plus grosses que celles qui la composent, ou des corps faits d'un amas de petites parties accrochées ensemble, & que ces corps ne suivent pas le mouvement rapide de ladite matiere, ils seront necessairement poussés vers le centre du mouvement, & y formeront le globe Terrestre s'il y en a assez pour cela, supposé que la Terre ne fust pas encore. Et la raison est la même que celle qui, dans l'experience rapportée cy dessus, fait que la cire d'Espagne s'amasse au centre du vaisseau. C'est donc en cela que consiste vraisemblablement la pesanteur des corps: laquelle on peut dire, que c'est l'effort que fait la matiere fluide, qui tourne circulairement autour du centre de la Terre en tous sens, à s'éloigner de ce centre, & à pousser en sa place les corps qui ne suivent pas ce mouvement.

Or la raison pourquoy des corps pesants, que nous voions descendre dans l'air, ne suivent pas le mouvement spherique de la matiere fluide, est assez manifeste; parce qu'y ayant de ce mouvement vers tous les costez, les impulsions qu'un corps en reçoit se succedent si subitement les unes aux autres, qu'il y intercede moins de temps qu'il luy en faudroit pour acquerir un mouvement sensible. Mais comme cette seule raison ne suffit pas pour empêcher que les corps les plus menus que l'oeil puisse appercevoir, comme sont les brins de poussiere qui voltigent dans l'air, ne soient point chassés ça & là par la rapidité de ce mouvement; il faut sçavoir que ces petits corps ne nagent pas dans la seule matiere liquide qui cause la pesanteur: mais qu'outre celle cy il y a d'autres matieres, composées de particules plus grossieres, qui remplissent la plus

grande partie de l'espace qui est autour de nous, & mesme ceux des|cieux; lesquelles (p. 138). particules quoyque differemment agitées & reflexies entre elles, ne suivent pas le mouvement soudain de la matiere liquide; parce qu'estant contiguës, ou peu distantes les unes des autres, une trop grande quantité devroit se mouvoir à la fois. L'on sçait qu'il y a autour de la Terre premierement les particules de l'air, lesquelles on fera voir tout à l'heure estre plus grossieres que celles de la matiere fluide que nous avons supposée. Je dis de plus ¹²⁾ qu'il y a une matiere dont les particules sont plus menuës que celles de l'air, mais plus grossieres que celles de cette matiere fluide: ce qui se prouve par nostre experience, qu'on fait avec la Machine qui vuide l'air. Où l'on remarque l'effet d'une matiere invisible qui pese là où il n'y a point d'air; puis qu'elle y soutient l'eau suspendue dans un tube de verre, dont le bout ouvert est plongé dans d'autre eau: & qu'elle y fait couler l'eau d'un siphon recourbé, de mesme que dans l'air: pourvu que l'eau, dans ces experiences, ait esté purgée d'air; ce qui se fait en la laissant pendant quelques heures dans le vuide. Il paroît par là premierement, que les particules, de ce corps pesant & invisible, sont plus petites que celles de l'air, puisqu'elles passent à travers le verre qui exclut l'air, & qu'elles y sont apercevoir leur pesanteur. Il paroît de plus qu'elles doivent estre plus grossieres que les particules de la matiere fluide qui cause la pesanteur, afin que le corps qu'elles composent ne suive pas le mouvement de cette matiere, par ce qu'en le suivant il ne seroit pas pesant. Il peut y avoir autour de nous encore d'autres sortes de matieres de differents degrez de ténuité, quoyque toutes plus grossieres que n'est la matiere qui cause la pesanteur. Lesquelles contribueront donc toutes à empêcher les petits brins de la poussiere d'estre emportez par le mouvement rapide de cette matiere, parce qu'elles ne suivent pas ce mouvement elles mesmes ¹³⁾.

Il ne faut pas au reste trouver etranges ces differents degrez|de petits corpuscules, (p. 139). ni leur extreme petitesse. Car bien que nous ayons quelque penchant à croire que des corps, à peine visibles, sont desja presque aussi petits qu'ils le peuvent estre, la raison nous dit que la mesme proportion qu'il y a d'une montagne à un grain de sable, ce grain la peut avoir à un autre petit corps, & cettuicy encore à un autre, & cela autant de fois qu'on voudra.

L'extreme petitesse des parties de nostre matiere fluide est encore d'une necessité absolue pour rendre raison d'un effet considerable de la pesanteur; qui est que des corps pesants, enfermez de tous costez dans un vaisseau de verre, de metal, ou de

¹²⁾ Texte de 1687—1693: „On a de plus des raisons qui font croire...”

¹³⁾ Après cet alinéa-ci un alinéa du texte précédent „Et quoyque par là ces matieres . . etc.” a été omis ici, comme nous l'avons déjà dit à la p. 380 qui précède; voyez le N° 6 de la p. 432 de l'Avertissement sur la raison de cette omission. C'est ici que la diversité des textes (que nous avons mentionnée aussi à la p. 619 du T. XIX) présente un certain intérêt.

quelqu'autre matiere que ce soit, se trouvent peser tousjours egalemment. De sorte qu'il faut que la matiere que nous avons dit estre cause de la pesanteur, passe tres librement à travers tous les corps qu'on estime les plus solides, & avec la mesme facilité qu'à travers l'air.

Ce qui se confirme encore par ce que, s'il n'y avoit pas cette liberté de passage, une bouteille de verre peseroit autant qu'un corps massif de verre de la mesme grandeur; & que tous les corps solides d'egal volume peseroient egalemment; puisque, selon nostre Theorie, la pesanteur de chaque corps est reglée par la quantité de la matiere fluide qui doit monter en sa place.

Cette matiere passe donc facilement dans les interstices des particules dont les corps sont composez, mais non pas par les particules mesmes; & ce qui cause les diverses pesanteurs, par exemple, des pierres, des metaux &c. c'est que ceux de ces corps, qui sont plus pesants, contiennent plus de telles particules, non en nombre mais en volume ¹⁴⁾: car c'est en leur place seulement que la matiere fluide peut monter. Mais parce qu'on pourroit douter, si ces particules, estant impenetrables à la dite matiere, (p. 140). sont pour cela entierement solides: (car ne l'estant pas, ou mesme estant vuides, elles devroient faire le mesme effet, par la raison que je viens de dire) je demontreray qu'elles ont cette parfaite solidité; & que par consequent la pesanteur des corps suit precisement la proportion de la matiere, qui les compose.

Je feray remarquer pour cela ce qui arrive dans le choc de deux corps, quand ils se rencontrent d'un mouvement horizontal. Il est certain que la resistance que font les corps à estre mis horizontalement, comme seroit une boule de marbre ou de plomb posée sur une table bien unie, n'est pas causée par leur poids vers la Terre, puisque le mouvement lateral ne tend pas à les eloigner de la Terre, & qu'ainsi il n'est nullement contraire à l'action de la pesanteur, qui les pousse en bas.

Il n'y a donc rien que la quantité de matiere attachée ensemble, que chaque corps contient, qui produit cette resistance: de sorte que si deux corps en contiennent autant l'un que l'autre, ils reflechiront egalemment, ou demeureront tous deux sans mouvement, selon qu'ils seront durs ou mols. Mais l'experience fait voir que toutes les fois que deux corps reflechissent ainsi egalemment ou s'arrestent l'un l'autre, estant venus à se rencontrer avec d'egales vitesses, ces corps sont d'egale pesanteur: donc il s'ensuit que ceux, qui sont composez d'egale quantité de matiere, sont aussi d'egale pesanteur. ce qu'il falloit demonstrier.

¹⁴⁾ Ici aussi le texte a été modifié. C'est ici seulement que Huygens parle d'*interstices* des particules (comparez la p. 563 du T. XIX): il est vrai que plus loin (p. 144, l. 6) il parlera de nouveau de „pores”. Ce qui est nouveau aussi c'est son affirmation, dont il ne donne pas d'explication, que les corps plus pesants contiennent plus de particules non en nombre mais en volume. Dans l'Avertissement (N° 7 de la p. 433) nous avons déjà attiré l'attention sur ce passage.

Monf. Des Cartes estoit en cecy d'un autre sentiment, comme encore en ce qui regarde le passage libre de la matiere, qui cause la pesanteur, à travers les corps sur lesquels elle agit. Car pour ce qui est de ce dernier point, il veut que cette matiere soit empêchée, par la rencontre de la Terre, de continuer ses mouvements en ligne droite, & que pour cela elle s'en éloigne le plus qu'elle peut. En quoy il semble n'avoir pas pensé à cette propriété de la pesanteur que j'ay fait remarquer peu auparavant. (p. 141). Car si le mouvement de cette matiere est empêché par la Terre, elle ne penetrera non plus librement les corps des metaux ni celui du verre. D'où il s'ensuivroit que du plomb enfermé dans une phiole perdrait son poids à l'égard de la phiole mesme, ou que du moins ce poids seroit diminué. De plus, en portant un corps pesant au fond d'un puits, ou dans quelque carriere ou mine profonde, il y devroit perdre beaucoup de sa pesanteur. Mais on n'a pas trouvé, que je sache, par experience qu'il en perde quoy que ce soit.

Quant à l'autre point, Mr. Des Cartes pretend, que, quoy qu'une masse d'or soit vingt fois plus pesante qu'une portion d'eau de la mesme grandeur, l'or neanmoins peut ne contenir que 4 ou 5 fois autant de matiere que l'eau: premierement à cause qu'il faut deduire (il falloit plutost dire ajouter) un poids égal à l'un & l'autre, à raison de l'air dans lequel on les pese: & puis parce que l'eau & les autres liquides ont quelque legereté à l'égard des corps durs, d'autant que les parties des premiers sont en un mouvement continuel.

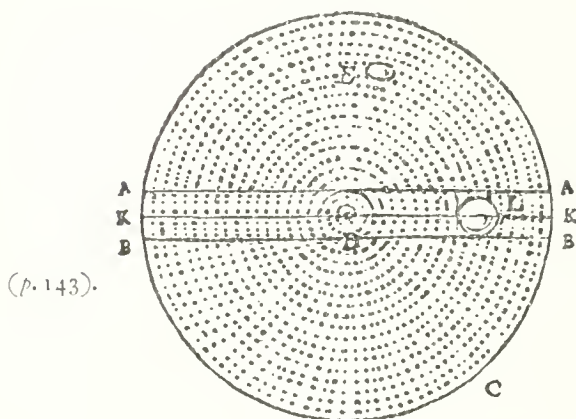
Mais on peut respondre à la premiere de ces deux raisons, que la pesanteur de l'air autour de nous, n'estant à celle de l'eau qu'environ comme 1 à 800, ce ne sera pas un poids considerable qu'il faudra ajouter également à celui de l'eau & de l'or, trouvé par la balance. Et pour l'autre raison, si elle estoit bonne, il faudroit qu'une mesme portion d'eau, apres estre gelée pesast bien d'avantage qu'estant liquide; & de mesme les metaux en masse, plus que quand ils sont fondus; ce qui est contre l'experience. Outre que je ne vois pas comment il a conceu que le mouvement des parties des corps liquides leur donneroit de la legereté, c'est-à-dire de l'effort pour s'écarter du centre, puisque pour cela il faudroit que ce mouvement fust circulaire autour du centre de la Terre, ou qu'il fust plus fort vers le haut que vers le bas, ce qu'il n'a jamais dit, mais bien au contraire que les parties des liqueurs se meuvent en tous sens indifferement. (p. 142).

Il ne semble non plus avoir considéré combien la vitesse de la matiere fluide doit estre grande, pour donner autant de pesanteur qu'on en trouve à la plus part des corps: parce qu'autrement il auroit bien jugé que le mouvement, que peuvent avoir les parties de l'eau & de semblables liquides, n'est nullement comparable au mouvement de cette matiere qui cause la pesanteur.

Pour moy j'ay recherché soigneusement le degré de cette vitesse, & je crois pouvoir determiner à peu près à combien elle doit monter. Et puis que plusieurs autres effets naturels en peuvent dependre, il ne sera pas inutile de faire voir icy ce que produit mon calcul, & sur quoy il est fondé. Reprenant donc la figure dont je me suis servi cy

dessus, puis que la pesanteur du corps E est justement égale à l'effort avec lequel une portion aussi grande, de la matiere fluide, tend à s'éloigner du centre D; ou que c'est

[Fig. 129].



plutost la mesme chose; il faut qu'une livre de plomb, par exemple, pese autant vers la Terre, qu'une masse de la matiere fluide, de la grandeur de ce plomb. (j'entens de la grandeur que font ses parties solides) pese du costé d'enhaut pour s'éloigner du centre, par la vertu de son mouvement circulaire. Or la matiere du plomb & la matiere fluide ne different en rien selon nostre hypothese. On peut donc dire que la livre de plomb pese autant vers le bas, qu'elle peseroit vers le haut, si, demeurant à la mesme distance du centre de la Terre, elle tournoit autour avec autant de vitesse que fait la matiere fluide. Mais je trouve par ma Theorie du

mouvement Circulaire, qui s'accorde parfaitement avec l'experience, qu'un corps tournant en cercle, si on veut que son effort à s'éloigner du centre, égale justement l'effort de sa simple pesanteur, il faut qu'il fasse chaque tour en autant de temps, qu'un Pendule, de la longueur du demi diametre de ce cercle, en emploie à faire deux allées. Il faut donc voir en combien de temps un pendule, de la longueur du demidiametre de la Terre, feroit ces deux allées. Ce qui est aisé par la propriété connue des pendules, & par la longueur de celui qui bat les Secondes, qui est de 3 pieds $8\frac{1}{2}$ lignes, mesure de Paris. Et je trouve qu'il faudroit pour ces deux vibrations 1 heure $24\frac{1}{2}$ minutes; en supposant, suivant l'exacte dimension de Mr. Picard, le demidiametre de la Terre de 19615800 pieds de la mesme mesure ¹⁵). La vitesse donc de la matiere fluide, à l'endroit de la surface de la Terre, doit estre égale à celle d'un corps qui feroit le tour de la Terre dans ce temps de 1 heure, $24\frac{1}{2}$ ¹⁶) minutes. Laquelle vitesse est, à fort peu pres, 17 fois plus grande que celle d'un point sous l'Equateur; qui fait le mesme tour, à l'égard des Etoiles fixes, comme on doit le prendre icy, en 23 heures, 56 minutes. ce qui paroît par la proportion entre ce temps & celui d'une heure $24\frac{1}{2}$ minutes, qui est tres pres comme de 17 à 1.

¹⁵) Dans le texte de 1687 il n'était encore question que de la mesure de Snellius. Comparez la p. 403 qui précède.

¹⁶) Textes précédents: 25 minutes. De plus Huygens y donnait 24 heures pour la rotation de la terre au lieu de 23 heures 56 minutes.

Je ſçay que cette rapidité ſemblera étrange à qui la voudra comparer avec les mouvemens qui ſe voient icy parmy nous. Mais cela ne doit point faire de difficulté; & meſme, par raport à ſa ſphere, ou à la grandeur de la Terre, elle ne paroitra point extraordinaire. Car ſi, par exemple, en regardant un Globe Terreſtre, de ceux qu'on fait pour l'uſage de la Geogra|phie, on ſ' imagine ſur ce globe un point qui n'avance (p. 144.) que d'un degré en 14 Secondes ou battemens de pous, qui eſt la viteſſe de la matiere que je viens de dire; on trouvera ce mouvement tres mediocre, & meſme il pourra ſembler eſtre lent ¹⁷⁾.

Il y a au reſte pluſieurs eſſets naturels qui ſemblent demander une matiere extrêmement agitée, & qui penetre facilement par les pores des corps. Telle eſt la force de la poudre à Canon, qui en ſ'allumant ne prend pas ſon mouvement violent d'elle meſme, ni de celui qui en approche la meſche; & par conſéquent il faut qu'il vienne de quelqu'autre matiere qui ait ce mouvement, & qui ſe trouve par tout; faiſant ſon eſſet toutes les fois qu'elle y trouve une diſpoſition convenable. Telle eſt auſſi, à ce que je conçois, la force du Reſſort, tant de l'acier & autres corps ſolides, que de celui de l'air. A quoy l'on peut joindre celle des muſcles des animaux: qu'on explique fort bien par une fermentation que le ſuc des nerfs cauſe dans le ſang: mais d'où viendra la force de la fermentation, ſi ce n'eſt de quelque mouvement de dehors? La puiſſante action de la Gelée ne paroît pas non plus concevable, ſi on n'a recours à une impuſſion violente de quelque matiere, qui faiſſe étendre ou la glace, en y introduiſant d'autres particules, ou les bulles qui ſ'y forment, en augmentant l'air qu'elles contiennent. Ce qui ſe fait avec tant de violence, que j'en ay vû crever des canons de mousquet, dans leſquels l'eau avoit eſté enfermée.

Mais pour revenir à la Peſanteur; l'extreme viteſſe de la matiere qui la cauſe, fert encore à expliquer comment les corps peſants, en tombant, accelerent tousjours leur mouvement, quand meſme ils l'ont deſja acquis à un fort grand degré de viteſſe. Car celui de la matiere fluide, ſurpaſſant encore de beaucoup la celerité d'un boulet de canon, par exemple, qui retombe de l'air, apres y avoir eſté tiré perpendiculairement; ce boulet, juſqu'à la fin de ſa chute, reſſent à fort peu près la meſme |preſſion de cette (p. 145.) matiere, & partant ſa celerité en eſt continuellement augmentée. Au lieu que, ſi la matiere n'avoit qu'un mouvement mediocre, la balle apres en avoir acquis autant, n'accelereroit plus ſa chute, par ce qu'autrement elle ſeroit obligée de pouſſer cette meſme matiere, à ſucceder dans ſa place avec plus de viteſſe qu'elle n'auroit pour cela par ſon propre mouvement.

L'on peut enfin trouver icy la raiſon du Principe que Galilée a pris pour demonſtrer la proportion de l'acceleration des corps qui tombent; qui eſt que leur viteſſe ſ'augmente egaleement en des temps egaux. Car les corps eſtant pouſſez ſuccéſſivement

¹⁷⁾ L'alinéa qui ſuit a été intercalé ici ſeulement. Consultez le n° 9 de la p. 434 de l'Avertisſement.

par les parties de la matiere qui tafche de monter en leur place, & qui, comme on vient de voir, agiffent continuellement fur eux avec la mefme force, du moins dans les chûtes qui tombent fous noftre experience; c'en eft une fuite neceffaire que l'accroiffement des viteffes foit proportionel à celuy des temps.

Ainfi donc j'ay expliqué, par une Hypothefe qui n'a rien d'impoiffible, pourquoy les corps terreftres tendent au centre; pourquoy l'aétion de la gravité ne peut eftre empêchée par l'interpoftion d'aucun corps de ceux que nous connoiffons; pourquoy les parties de dedans de chaque corps contribuent toutes à fa pefanteur; & pourquoy en fin les corps en tombant augmentent continuellement leur viteffe, & cela dans la raifon des temps. Qui font les proprietéz de la pefanteur qu'on avoit remarquées jufqu'à prefent ¹⁸⁾.

Il en refte une encore, que jufqu'icy on n'a pas crû moins certaine; qui eft que les corps pefans le font autant en un endroit de la Terre qu'en un autre. Ce qui aiant efté trouvé autrement, par des obfervations qu'on a faites depuis peu, il vaut la peine d'examiner d'où cela peut proceder, & quelles en font les confequences.

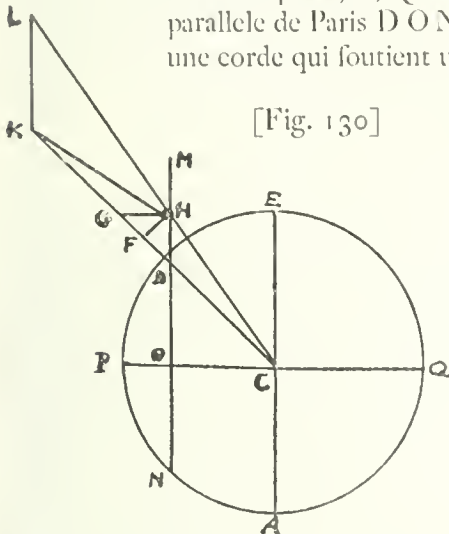
(p. 146). L'on affûre d'avoir trouvé dans la Caiene, qui eft un païs dans l'Amerique, éloigné feulemeut de 4 ou 5 degrez de l'Equateur, qu'un Pendule qui bat les Secondes, y eft plus court qu'à Paris d'une ligne & un quart. d'où fenfuit que, fi on prend des pendules d'égale longueur, celuy de la Caiene fait des allées un peu plus lentes que celuy de Paris. La verité du fait eftant pofée, on ne peut douter que ce ne foit une marque affûrée de ce que les corps pefans descendent plus lentement en ce païs là qu'en France. Et comme cette diverfité ne fçauroit eftre attribuée à la tenuité de l'air, qui eft plus grande dans la zone Torride; parce qu'elle devroit caufer un effet tout contraire; je ne vois pas qu'il puiſſe y avoir d'autre raifon, finon qu'un mefme corps pefe moins fous la ligne que fous des Climats qui s'en éloignent. Je reconnus, auffi toft qu'on nous eût communiqué ce nouveau phenomene, que la caufe en pouvoit eftre raportée au mouvement journalier de la Terre: qui eftant plus grand en chaque païs, felon qu'il approche plus de la ligne Equinoétiale, doit produire un effort proportionné à rejeter les corps du centre; & leur oſter par là une certaine partie de leur pefanteur. Et il eft aifé, par les chofes expliquées cy deffus, de ſçavoir la quantieme partie ce doit eftre, dans les corps qui ſe trouvent placez fous l'Equateur. Car ayant trouvé, comme on a vû, que, fi la Terre tournoit 17 fois plus vite qu'elle ne fait, la force Centrifuge fous l'Equateur ſeroit égale à toute la pefanteur d'un corps: il faut que le mouvement de la Terre, tel qu'il eft maintenant, oſte une partie de la pefanteur, qui ſoit à la pefanteur entiere comme 1 au quarré de 17, c'eſt-à-dire $\frac{1}{289}$; parce que les forces des corps, à s'éloigner du centre autour du quel ils tournent, font entre elles comme les quarez de leurs viteffes, fuivant mon Theoreme 3^e de *Vi Centrifuga*.

¹⁸⁾ Ici ſe termine le Discours tel qu'il fut en 1669 et 1687. Le reſte eſt nouveau.

Chaque corps, sous l'Equateur, estant donc moins pesant de $\frac{1}{288}$ de ce qu'il seroit si la Terre ne tournoit point sur son axe; il s'ensuit, par les loix de la Mechanique, que la longueur d'un Pendule, en cet endroit, doit aussi estre diminuée de $\frac{1}{288}$, pour faire les allées dans le mesme tems qu'il les feroit sur la Terre immobile.

Mais pour sçavoir la diminution que doit souffrir un Pendule, qui de Paris est transporté sous la ligne Equinoctiale, il faut considerer qu'à Paris sa longueur est desja moindre que si la Terre estoit en repos; parce que le mouvement journalier fait aussi sous ce parallele son effort à éloigner les corps du centre de la Terre. Lequel effort n'est pourtant pas si grand qu'il est sous la Ligne; tant à cause que le cercle du mouvement est moindre, que parce qu'il ne chassé pas les corps directement en haut, mais suivant la perpendiculaire à l'axe de la Terre, comme l'on verra par cette figure. Le cercle P A Q E [Fig. 130] y represente la Terre, coupée par un plan qui passe par ses deux poles, P, Q. le centre est C: le cercle Equinoctial E C A: le parallele de Paris D O N, supposant que Paris est en D. K H represente une corde qui soutient un plomb H, qui s'écarte de la perpendiculaire

[Fig. 130]



K D C, parce qu'il est rejeté, par le mouvement circulaire, suivant la ligne O D M; que je suppose passer par le poids H.

Pour connoître maintenant quelle doit estre la situation du fil K H, & combien moins le plomb H pèse de cette façon, que s'il pendoit perpendiculairement le long de K D; (p. 148). il faut considerer le point H comme estant tiré par trois fils, H C, H M, H K. desquels H C le tire vers le centre de la Terre, avec tout le poids que le plomb auroit si la Terre estoit sans mouvement. mais H M le tire de son costé avec la force que donne le mouvement de la Terre dans le cercle D N. & le

troisième fil H K tire, ou est tiré, avec une force qui est celle qu'on cherche. Ayant donc prolongé C H, & mené K L parallèle à D M; l'on sçait que les trois costez du triangle H L K sont proportionels aux puissances qui tirent le point H: le costé L H respondant à celle qui tire par H C; le costé K L à celle qui tire par H M; & le costé H K à la puissance qui tire ou soutient le plomb par le fil K H. Mais le triangle K D H est censé avoir tous ses costez égaux à ceux du triangle H L K, parce que C H L est comme parallèle à C D K. Les costez donc de K D H respondent aux mesmes puissances: sçavoir le costé K D à la pesanteur absoluë du poids H, qu'il auroit si la Terre ne tournoit point; D H à la puissance que luy imprime le mouvement journalier; & K H à la pesanteur qu'on cherche. Or ce triangle K H D est donné. car puis que nous sçavons que l'effort circulaire, sous l'Equateur en E, est $\frac{1}{288}$ du poids absolu: & puis-que cet effort est à celui en D, ou en H, comme E C à D O, qui sont en raison

(p. 149). donnée, nous ſçaurons donc auſſi, quelle partie du poids abſolu eſt l'effort centrifuge en D ou H. c'eſt-à-dire que la raiſon de D K à D H ſera connue, comme eſtant compoſée de celle de 289 à 1, & de E C à D O. Mais l'angle H D K eſt auſſi connu, eſtant égal à celui de la Latitude de Paris, ſçavoir de 48 degr. 51 min. Donc on connoitra la raiſon de D K à K H, qui eſt celle de la peſanteur abſoluë des corps, à celle qu'ils ont à Paris, & qui eſt encore celle de la longueur du pendule ſur la Terre immobile, à la longueur qu'il doit avoir ſous ce Parallele, ſuivant ce qui deſſa a eſté dit. Et puis que la longueur du pendule à Secondes eſt donnée à Paris, l'on ſçaura auſſi celle qu'auroit le pendule à Secondes ſur la Terre immobile, & quelle eſt leur différence, & de combien cette différence eſt moindre que cette $\frac{1}{288}$, que nous avons trouvée ſous l'Equateur.

Pour faire cette ſupputation avec facilité, & ſans le calcul des triangles, il faut ſçavoir, & nous le prouverons à cette heure, que, comme le quarré du rayon E C eſt au quarré de D O, ſinus du complement de la Latitude de Paris, ainſi eſt $\frac{1}{288}$, différence ou racourciſſement du pendule ſous l'Equateur, à la différence ou racourciſſement à Paris. Qui ſe trouve par la eſtre $\frac{1}{288}$ de la longueur du pendule ſur la Terre immobile, ou ſous le Pole. Et puis que le Pendule à ſecondes à Paris, eſt de 3 pieds $8\frac{1}{2}$ lignes; il ſ'enſuit que la Longueur du pendule ſur la Terre immobile, ou ſous le Pole, ſeroit de 3 pieds $9\frac{1}{8}$ lignes. d'où oſtant $\frac{1}{288}$, qui fait $1\frac{1}{2}$ ligne, on aura la longueur du pendule à Secondes, ſous l'Equateur, de 3 pieds $7\frac{1}{2}$ lignes. De ſorte que ce pendule ſeroit plus court, que celui de Paris, de $\frac{5}{8}$ d'une ligne; qui eſt un peu moins que ce qui a eſté trouvé à la Caiene par Mr. Richer, ſçavoir une ligne & un quart.

Mais on ne peut pas ſe fier entierement à ces premieres observations, deſquelles on ne voit marqué aucune circonſtance. Et encore moins, à ce que je crois, à celles (p. 150). qu'on dit avoir eſté faites à la Gadalupe, où le racourciſſement du pendule de Paris auroit eſté trouvé de 2 lignes ¹⁹). Il faut eſperer qu'avec le temps nous ſerons informez au juſte de ces différentes longueurs, tant ſous la ligne qu'en d'autres Climats; & certainement la choſe merite bien d'eſtre recherchée avec ſoin, quand ce ne ſeroit que pour corriger, ſuivant cette Theorie, les mouvemens des Horloges à Pendule, en les faiſant ſervir à meſurer les Longitudes ſur mer. Car une Horloge, par exemple qui ſeroit bien réglée à Paris, eſtant transportée en quelque endroit ſous l'Equateur, retarderoit environ d'une minute & 5 ſecondes en 24 heures; comme il eſt aiſé de ſupputer ſuivant le raiſonnement precedent: & ainſi à proportion pour chaque différent

¹⁹) Comparez la Prop. XX, Probl. III du troiſième livre des „Principia” de Newton: Invenire & inter ſe comparare pondera corporum in regionibus diverſis”. Cette proposition ſuit immédiatement celle qui traite de la forme, ſuppoſée ſphéroïdale, de la terre, dans laquelle eſt appliquée la méthode des canaux: comparez ſur cette dernière la Pièce „Conſidérations ultérieures ſur la forme de la terre” qui précède (où Huygens calculait auſſi, p. 396, l'accourciſſement du pendule à ſecondes à Paris).

degré de Latitude. Où l'on trouvera que ces retardemens, entre eux, suivent assez précisément la même proportion que les diminutions de la longueur du pendule : & que le plus grand retardement, tel que seroit celui d'une Horloge sous l'Équateur, lors qu'elle auroit esté réglée sous le Pole, seroit par jour fort près de $2\frac{1}{2}$ minutes. En ayant donc calculé des Tables, on pour-

roit corriger, par leur moyen, le mouvement des Horloges, & s'en servir avec la même sûreté que si ce mouvement estoit par tout égal.

Pour démontrer ce qui a esté posé un peu auparavant, en cherchant la diminution du Pendule à Paris, (& c'est la même chose dans quelque autre lieu que ce soit) lorsqu'on connoit la quantité de cette diminution sous l'Équateur : soit prise, dans la même figure, KF égale à KH , & soit HG parallèle à l'axe PQ . Il a esté montré que HD est à DK , comme l'effort à s'éloigner du centre, en D ou H , au poids absolu sur la

Terre immobile. Mais comme EC ou CD à DO , c'est à-dire comme GD à HD , ainsi est l'effort centrifuge en E , sous l'Équateur, à celui en D . Donc comme GD à DK , ainsi sera l'effort centrifuge en E , au poids absolu sur la Terre immobile. Et la ligne GD sera le raccourcissement du pendule, qui est requis sous l'Équateur, suivant ce qui a esté dit cy devant. Mais FD est le raccourcissement à Paris; & GD est à DF comme le quarré de GD au quarré de DH ; parce que la petitesse de l'angle DKH , fait que HF peut estre considérée comme perpendiculaire à GD . Le raccourcissement donc sous l'Équateur, à celui qui convient à Paris, est comme le quarré de GD au quarré de DH ; c'est-à-dire comme le quarré de CD , ou de EC , au quarré de DO . ce qu'il falloit démontrer.

Il reste à considérer l'angle HKD , dans la même figure; qui marque de combien le plomb KH , étant en repos, decline de la perpendiculaire KD . Où je trouve que, sous le Parallele de Paris, cet angle est de 5 minutes 54 secondes; & qu'il doit estre encore un peu plus grand au 45° degré de Latitude.

Cette déclinaison est bien contraire à ce qu'on a supposé, de tout temps, comme une vérité tres certaine; sçavoir que la corde, qui tient un plomb suspendu, tend directement au centre de la Terre. Et cet angle, d'une dixième de degré, est assez considerable, pour faire croire qu'on devroit s'en estre aperçu, soit dans les observations Astronomiques, soit dans celles qu'on fait avec le Niveau. Car pour ne parler que de ces dernières, ne faudroit il pas, qu'en regardant du costé du Nort, la ligne du niveau baissast visiblement sous l'Horizon? ce qui pourtant n'a jamais esté remarqué, ni qui assurément n'arrive point. Et pour en dire la raison, qui est un autre paradoxe, c'est

que la Terre n'est pas tout à fait sphérique, mais d'une figure de sphere abaissée vers les deux Poles. telle que seroit à peu près une Ellipse, en tournant sur son petit axe. Cela procede du mouvement journalier de la Terre, & c'est une suite necessaire de la declinaison susdite du plomb. Parce que la descente des corps pesans estant parallele à la ligne de cette suspension, il faut que la surface de tout liquide se dispose en sorte, que cette ligne luy soit perpendiculaire, parce qu'autrement il pourroit descendre d'avantage ²⁰). Partant la surface de la mer est telle, qu'en tout lieu le fil suspendu luy est perpendiculaire. D'ou s'ensuit que la ligne du niveau. c'est-à-dire celle qui coupe le fil, du plomb suspendu, à angles droits, doit marquer l'horizon, ainsi qu'elle fait; n'y ayant que la hauteur du lieu, où le niveau est placé, qui le fasse viser quelque peu plus haut. Or les costes des terres estant generalement elevees, & presque par tout de mesme, à l'égard de la mer; il s'ensuit que tout le composé, de terres & de mers, est reduit a la mesme figure spheroidé que la surface de la mer se donne necessairement. Et il est à croire, que la Terre a pris cette figure, lors qu'elle a esté assemblée par l'effect de la pesanteur ²¹): sa matiere ayant dès lors le mouvement circulaire de 24 heures.

ADDITION.

Quelque temps après que j'eus achevé d'escrire ce qui precede, ayant receu & examiné le journal du voiage, qui, par ordre de Messieurs les Directeurs de la Compagnie des Indes Orientales, a esté fait, avec nos Horloges à pendule. | jusqu'au Cap de Bonne Esperance; & du depuis ayant encore lû le tres sçavant ouvrage de Mr. Newton, dont le titre est *Philosophiæ Naturalis principia Mathematica* ²²): l'un & l'autre me fournit de la matiere pour étendre d'avantage ce Discours. Et premiere-ment, quant aux differentes longueurs des Pendules dans divers Climats, dont il a aussi traité, je crois avoir, par le moien de ces Horloges, non seulement une confirmation évidente de cet effect du mouvement de la Terre, mais aussi de la mesure de ces longueurs, qui s'accorde tres bien avec le calcul que je viens d'en donner. Car ayant corrigé & rectifié, suivant ce calcul, les Longitudes qu'on avoit mesurées par les Horloges, au retour du Cap de B. Esp^r. jusqu'au Texel en Hollande, (car en allant elles n'avoient point servi) j'ay trouvé que la route du vaisseau en estoit beaucoup mieux

²⁰) C'est là ce que A. C. Clairaut dans sa „Theorie de la Figure de la terre, tirée des principes de l'hydrostatique” de 1743 (Paris, Durand) appellera à bon droit (Chap. 1, § II) le „principe dû à M. Huygens”, par opposition à la condition newtonienne de l'équilibre des canaux.

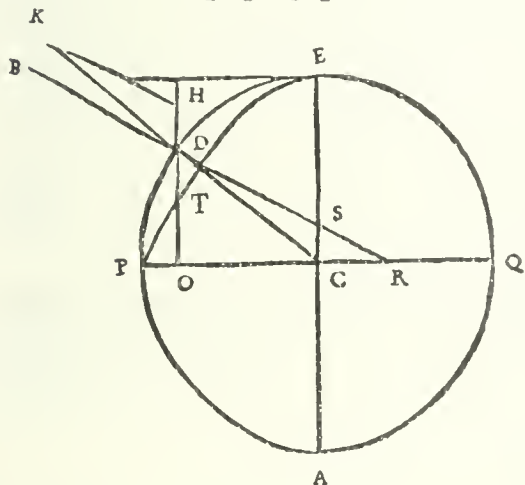
²¹) Non pas évidemment, dans la pensée de Huygens, par une attraction mutuelle des particules, mais par voie tourbillonnaire. Comparez le troisième alinéa de la p. 456.

²²) Nous avons cité dans la note 19 les propositions de Newton qui traitent des matières contenues dans la présente Addition.

marquée sur la Carte, qu'elle n'estoit sans cette correction; & si bien, qu'en arrivant à ce Port, il n'y avoit pas 5 ou 6 lieues d'erreur dans la Longitude ainsi rectifiée. Supposant que celle dudit Cap avoit esté bien prise par les P. P. Jesuites, lors qu'ils y passèrent en l'année 1685, en allant à Siam; & qu'elle est de 18 degrez plus à l'Est que celle de Paris; ce que je sçay encore d'ailleurs ne s'éloigner guere de la verité²³). Le detail de toute cette affaire est deduit au long dans le Rapport que j'ay fait, touchant ce voiage des Pendules, aux dits Messieurs les Directeurs. Sur lequel raport, apres l'avoir fait examiner par des personnes intelligentes, il leur a plu d'ordonner qu'on fist une seconde epreuve; pour s'assurer par plusieurs experiences de la bonté de cette invention. L'on verra quel sera le succès de cet autre voiage, & particulièrement en ce qui est de la variation des Pendules. estant certain que, pour la bien connoitre, ces Horloges donnent un moyen plus seur, par leur acceleration & retardement, que n'est celuy de mesurer actuellement la longueur du pendule à Secondes en differens païs. Cependant, parce que dans l'essay, dont je viens de parler, l'experience s'est si bien accordée avec ce que j'avois trouvé par raisonnement, je m'y fie assez pour vouloir continuer cette speculation, en cherchant premierement, quelle est donc la forme de la Terre, puisque, comme il a esté dit, elle n'est pas Spherique.

Il est bon pour cela de la considerer comme toute couverte d'eau, ou comme si toute sa masse n'estoit autre chose. Et alors il paroît, par ce qui a esté expliqué cy dessus, que la surface doit estre telle, que, dans quelque endroit que ce soit, le fil, qui soutient un plomb, l'aille rencontrer à angles droits; ayant égard à la pesanteur ensemble, & à

[Fig. 131]



la force centrifuge, qui detourne le fil de sa direction vers le centre. Parce que si le fil ne rencontroit pas la surface à angles droits, elle ne pourroit pas demeurer en l'assiette où elle est.

Supposé donc les mesmes choses, que dans la dernière figure du discours précédent, & aussi ce qui en a esté expliqué; mais faisant la forme de la Terre un peu diminuée & aplatie vers les Poles, en sorte que l'axe P Q [Fig. 131] soit plus court que le diamètre E A; soit menée B D S R parallèle à K H, coupant E A, P Q en S & R. Puisque le fil K H, qui soutient le plomb, ou plutôt sa parallèle B D, doit rencontrer

²³) Comme nous l'avons dit aussi à la p. 652 du T. XVIII, il n'est pourtant pas exact que le Cap de Bonne Espérance aurait une longitude orientale de 18° par rapport à Paris. Les cartes modernes donnent 16°10' pour cette longitude.

la surface de la mer à angles droits; & puisque ce fil pend en sorte, que KD est à DH , (p. 154). ou DC à CS , comme la pesanteur absolüe à la force centrifuge en D ; laquelle raison est composée de celle de la pesanteur absolüe, à la force centrifuge en E , qui est comme 289 à 1 , & de celle de cette force à la force centrifuge en D , qui est comme $E C$ à DO ; il paroît que la nature de la Ligne courbe EDP est déterminée par la propriété de sa perpendiculaire, comme DR ; c'est-à-dire qu'en menant une telle perpendiculaire, toujours la raison de DC à CS doit être composée d'une raison donnée, & de celle de EC à DO . Ou bien, comme on en peut inferer facilement, que la raison de DO à CS , ou de OR à RC doit être composée de la dite raison donnée, & de celle de EC à CD .

Or il est difficile de trouver ainsi des lignes courbes par la propriété donnée de leurs perpendiculaires, ou, ce qui est la même chose, par la propriété de leur Tangentes ²⁴). Mais il y a un moyen assez aisé pour cette courbe icy, qui est fondé sur l'équilibre de certains canaux, dont Mr. Newton a donné la première idée.

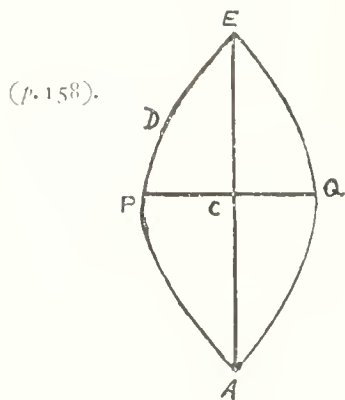
Le canal qu'il suppose est représenté dans notre figure par $EC P$, faisant un angle droit au centre de la Terre. Il faut le concevoir comme ayant quelque peu de creux, & rempli d'eau. Ce qui étant, il est certain que les deux jambes, EC , CP , se doivent tenir en équilibre, si l'on suppose que la Terre, étant toute composée d'eau, prend une figure, dont les diamètres soient EA & PQ : parce qu'autrement, cette eau du canal, ne demeureroit pas non plus dans son assiette en la concevant sans canal, contre ce qu'on suppose. d'où il est aisé de trouver la raison de EA à PQ . Car en posant $EC \propto a$; $CP \propto b$, & représentant la pesanteur absolüe par une ligne p ; & la force centrifuge en E par la ligne n ; le poids du canal PC est $p b$, sçavoir ce qui se fait en multipliant toutes les parties de ce canal également par la ligne p . Mais le poids du (p. 155). canal EC , qui feroit $p a$, est diminué par la force centrifuge de toutes ses parties, des quelles la plus élevée, qui est en E , a la force n ; & toutes les autres parties l'ont proportionnée à celle cy, suivant leur distances du centre D . ce qui fait $\frac{1}{2} na$ pour toute la force centrifuge de l'eau du canal EC , qui étant ôtée de son poids $p a$, reste $p a - \frac{1}{2} n a$; qui doit être égal à $p b$ poids du canal PC . d'où il paroît que a est à b comme p à $p - \frac{1}{2} n$. C'est-à-dire que le diamètre EA de la Terre, est à son axe PQ , comme 289 à $288\frac{1}{2}$, ou comme 578 à 577 ; car la raison de p à n estoit comme 289 à 1 .

Pour trouver en suite quelle est la ligne courbe EDP , je m'imagine le canal plein d'eau $EC D$, & menant DO perpendiculaire sur l'axe PC , je fais $CO \propto x$, & OD

²⁴) Huygens s'était surtout occupé en 1687, de concert avec Fatio de Duillier, du „problème renversé des tangentes”, mais seulement pour un certain genre de courbes: voyez les p. 491—502 du T. XX. Il devait reprendre cette recherche en 1691 en se laissant de nouveau guider, peut-on dire, par le jeune mathématicien suisse (T. XX, p. 506—541).

rabole ²⁶⁾, telle que dans cette figure [Fig. 132]; ayant le sommet P; l'axe P C égal à la moitié de C E; & le parametre double de la même C E.

[Fig. 132]



De forte que si la Terre, ayant le diametre E A de la grandeur qu'il est, tournoit, sur son axe P Q, 17 fois plus vite qu'elle ne fait, (car alors la force centrifuge en E seroit égale à la pesanteur vers le centre, par la demonstration qui est dans ce Discours) elle auroit la figure du corps que font ces deux demies Paraboles opposées, P E C, Q E C, en tournant autour de l'axe P Q. Et on voit que c'est là la plus grande force centrifuge qu'on puisse supposer; par ce que, si on la faisoit plus grande que la pesanteur, les corps placez en E s'envoleroient en l'air.

Hors de ce cas, si dans l'Equation trouvée l'on fait $yy \propto az$, estant z une ligne indeterminée, l'on aura

$$z \propto a - 2f + \frac{2ff}{a} - \sqrt{4ff - 8f^3 + \frac{4f^4}{aa} + \frac{4ffxx^{27)}}{aa}}$$

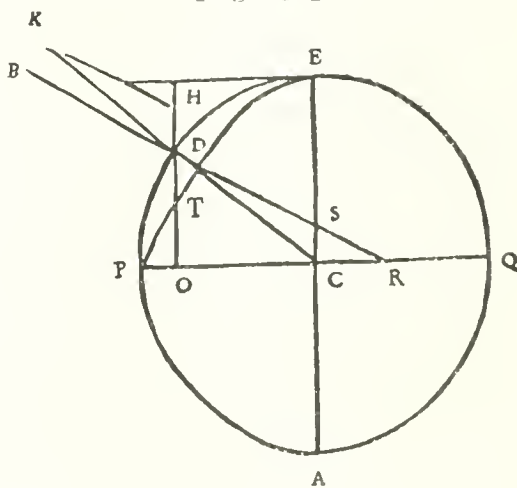
Et mettant d pour $\frac{ff}{a} - f$, viendra $z \propto a + 2d - \sqrt{4dd + \frac{4ffxx}{aa}}$. D'où je

connois que, C O estant x , si la perpendiculaire O T est appelée z ; le point T sera dans une Hyperbole dont l'axe adjouté à C E sera $4d$. Et que comme $4ff$ à aa , ainsi sera l'axe au parametre; qui sera donc $\frac{aad}{ff}$, c'est-à-

dire $a - \frac{na}{p}$, en restituant les valeurs de d & de f . Et parce que yy estoit égale à az , il s'ensuit que D O $\propto y$ fera moyenne proportionnelle entre O T & E C. D'où l'on peut trouver les points par lesquels la ligne courbe E D P doit passer.

Or cette ligne satisfait aussi à ce que j'ay dit estre requis; sçavoir que menant D R qui luy soit à angles

[Fig. 131]



²⁶⁾ Comparez la p. 393 qui précède.

²⁷⁾ Equation également trouvée plus haut (p. 402).

droits, la raison | de O R à R C sera composée de la raison de p à n , & de E C à C D, (p. 159). comme cela se peut prouver par le calcul d'Algebre ²⁸⁾.

J'ay supposé dans tout ce raisonnement que la pesanteur est la même au dedans de la Terre qu'à sa surface; ce qui me paroît fort vraisemblable, non obstant la raison qu'on peut avoir d'en douter, dont je parleray après. Mais quand il en seroit autrement ²⁹⁾, cela ne changeroit presque rien à ce qui a été trouvé de la figure de la Terre: mais bien alors quand la force centrifuge fait une partie considérable de la pesanteur, ou qu'elle luy est égale, comme dans le cas de la figure Parabolique, qui alors deviendrait tout autre. Au reste quand la force centrifuge en E est très petite à raison de la pesanteur, comme elle est icy sur la Terre, l'Hyperbole E T P, à cause du grand éloignement de son centre, approche fort de la Parabole, & par conséquent E D P ne diffère guère de l'Ellipse; ni guère aussi du cercle, parce que E C alors ne surpasse C P que de fort peu; comme il a été trouvé peu devant, que cet excès n'est que $\frac{1}{378}$ de E C, demidiametre de la Terre.

Monsieur Newton le trouve $\frac{1}{251}$ de E C, & que ainsi la figure de la Terre diffère bien plus de la sphérique; se servant en cela d'une tout autre supputation. que je n'examineray pas icy, parce qu'aussi bien je ne suis pas d'accord d'un Principe qu'il suppose dans ce calcul & ailleurs; qui est, que toutes les petites parties, qu'on peut imaginer dans deux ou plusieurs différents corps, s'attirent ou tendent à s'approcher mutuellement. Ce que je ne sçaurois admettre, par ce que je crois voir clairement, que la cause d'une telle attraction n'est point explicable par aucun principe de Mechanique, ni des regles du mouvement. comme je ne suis pas persuadé non plus de la nécessité de l'attraction mutuelle des corps entiers; ayant fait voir que, quand il n'y auroit point de Terre, les corps nel aïsseroient pas, par ce qu'on appelle leur pesanteur, de tendre vers un centre. |

²⁸⁾ L'équation de la courbe EDP est $y^4 - 2Ay^2 - 4f^2x^2 + B = 0 \dots (1)$, où $A = 2f^2 - 2af + a^2$ et $B = (2af - a^2)^2$. Il s'agit de démontrer que $\frac{x + RC}{RC} = \frac{f}{1 - x^2 + y^2} \dots (2)$

Or, l'équation de la courbe donne

$$-y \frac{dy}{dx} = \frac{2f^2x}{A - y^2}$$

$$\text{donc } x + RC = \frac{2f^2x}{A - y^2} \text{ et } \frac{x + RC}{RC} = \frac{2f^2}{2f^2 - A + y^2}.$$

L'équation (2) devient $2f^2 - A + y^2 = 2f \sqrt{x^2 + y^2}$.

En portant les deux membres au carré on retrouve l'équation (1). C. Q. F. D.

Evidemment, on peut aussi commencer le calcul en se servant de la méthode de Huygens (T. XIX, p. 243 et suiv.) pour trouver la soustangente.

²⁹⁾ Huygens veut probablement dire: quand la pesanteur, au dedans de la terre, ne serait pas tout-à-fait constante.

- (p. 160.) Je n'ay donc rien contre la *Vis Centripeta*, comme Mr. Newton l'appelle, par la quelle il fait peser les Planetes vers le Soleil, & la Lune vers la Terre, mais j'en demeure d'accord sans difficulté: parce que non seulement on sçait par experience qu'il y a une telle maniere d'attraction ou d'impulsion dans la nature, mais qu'aussi elle s'explique par les loix du mouvement, comme on a vû dans ce que j'ay écrit cy dessus de la pesanteur. Car rien n'empêche que la cause, de cette *Vis Centripeta* vers le Soleil, ne soit semblable à celle qui pousse les corps, qu'on appelle pesants, à descendre vers la Terre. Il y avoit long temps que je m'estois imaginé, que la figure spherique du Soleil pouvoit estre produite de mesme que celle qui, selon moy, produit la sphericité de la Terre ³⁰); mais je n'avois point etendu l'action de la pesanteur à de si grandes distances, comme du Soleil aux Planetes, ni de la Terre à la Lune; parce que les Tourbillons de Mr. Des Cartes, qui m'avoient autrefois paru fort vraisemblables, & que j'avois encore dans l'esprit, venoient à la traverse. Je n'avois pas pensé non plus à cette diminution réglée de la pesanteur, sçavoir qu'elle estoit en raison reciproque des quarrés des distances du centre: qui est une nouvelle & fort remarquable propriété de la pesanteur, dont il vaut bien la peine de chercher la raison. Mais voiant maintenant par les demonstrations de Mr. Newton, qu'en supposant une telle pesanteur vers le Soleil, & qui diminue suivant la dite proportion, elle contrebalance si bien les forces centrifuges des Planetes, & produit justement l'effet du mouvement Elliptique, que Kepler avoit deviné, & verifié par les observations, je ne puis guere douter que ces Hypotheses touchant la pesanteur ne soient vrayes, ni que le Systeme de Mr. Newton, autant qu'il est fondé la dessus, ne le soit de mesme. Qui doit paroître d'autant plus probable, qu'on y trouve la solution de plusieurs difficultez, qui faisoient de
- (p. 161.) la peine dans les Tourbil[lons supposez de Des Cartes. On voit maintenant comment les excentricitez des Planetes peuvent demeurer constamment les mesmes: pourquoy les plans de leurs Orbes ne s'unissent point, mais gardent leurs differentes inclinaisons à l'égard du plan de l'Ecliptique, & pourquoy les plans de tous ces Orbes passent necessairement par le Soleil ³¹). Comment les mouvemens des Planetes peuvent s'accelerer & se ralentir par les degrez qu'on y observe; qui malaisément pouvoient estre tels, si elles nageoient dans un Tourbillon autour du Soleil ³²). On y voit enfin

³⁰) Il semble qu'ici Huygens attribue la forme sphérique — ou presque sphérique — de la terre aux mouvements tourbillonnaires de la matière extérieure aussi bien qu'intérieure. Ailleurs il ne parle que de cette dernière: voyez les p. 497—498 qui suivent).

³¹) Voyez sur cette dernière question la note 10 de la p. 350 qui précède.

³²) Dans les „Pensees meslees”, au § 16, donc en 1686 (ou peut-être en 1687 puisque la phrase a été ajoutée après coup) Huygens ne se montrait pas encore convaincu de l'impossibilité ou du moins de la grande difficulté, pour employer un terme moins fort, qu'il y aurait à vouloir expliquer par certaines propriétés des tourbillons les accélérations et ralentissements kepleriens des planètes.

comment les Cometes peuvent traverser nostre Systeme. Car depuis qu'on sçait qu'elles entrent souvent dans la region des Planetes, on avoit de la peine à concevoir comment elles pouvoient quelquefois aller d'un mouvement contraire à celui du Tourbillon, qui avoit allèz de force pour emporter les Planetes ³³). Mais, par la doctrine de Mr. Newton, ce scrupule est encore ôté; puisque rien n'y empêche que les Cometes ne parcourent des chemins Elliptiques autour du Soleil, comme les Planetes; mais des chemins plus étendus, & de figure plus différente de la circulaire; & qu'ainsi ces corps n'aient leurs retours periodiques, comme quelques Philosophes & Astronomes anciens & modernes se l'estoient imaginé.

Il y a seulement cette difficulté, que Mr. Newton, en rejetant les Tourbillons de Des Cartes, veut que les espaces celestes ne contiennent qu'une matiere fort rare, afin que les Planetes & les Cometes rencontrent d'autant moins d'obstacle en leur cours. Laquelle rareté étant posée, il ne semble pas possible d'expliquer ni l'action de la Pesanteur, ni celle de la Lumiere, du moins par les voies dont je me suis servi. Pour examiner donc ce point, je dis que la matiere etherée peut être censée rare de deux manieres, sçavoir ou que ses particules soient distantes entre elles, avec beaucoup de vuide entre deux; ou qu'elles se touchent, mais que le tissu de chacune soit rare, & | (p. 162). entre-mêlé de beaucoup de petits espaces vuides. Pour ce qui est du vuide, je l'admets sans difficulté, & mesme je le crois necessaire pour le mouvement des petits corpuscules entre eux. n'étant point du sentiment de Mr. Des Cartes, qui veut que la seule étendue fasse l'essence du corps; mais y ajoutant encore la dureté parfaite, qui le rende impenetrable, & incapable d'être rompu ni écorné. Cependant à considerer la rareté de la premiere, je ne vois pas comment alors on pourroit rendre raison de la Pesanteur: & quant à la Lumiere, il me semble entierement impossible, avec de tels vuides, d'expliquer sa prodigieuse vitesse, qui doit être six cent mille fois plus grande que celle du Son, suivant la demonstration de Mr. Romer, que j'ay raportée au Traité de la Lumiere. C'est pourquoy je tiens qu'une telle rareté ne sçauroit convenir aux espaces celestes.

Il y a plus d'apparence de la concevoir de l'autre façon; parce que les particules s'y peuvent toucher, comme je les ay supposées au dit Traité, & toutefois, à cause de la legereté de leur tissu, resister fort peu au mouvement des Planetes. Car que sçait on jusqu'où la nature peut aller à composer des corps durs, avec peu de matiere; sur tout, si des particules tres menues & deliées, ou mesme creuses ³⁴), peuvent être infiniment

³³) Comparez la note 1 de la p. 288 du T. XIX. Il est vrai que malgré cette „peine à concevoir” Huygens avait encore tâché en 1686 (§ 16 de la p. 353 qui précède) de rendre plausible le mouvement assez libre d'une comète au travers d'un vortex deferens.

³⁴) Il n'est pas question ici de particules *parfaitement* creuses renfermant, pour ainsi dire, des chambres sans fenêtres: comparez ce que Huygens disait quelques années plus tôt (p. 381 qui précède) sur l'impossibilité de l'existence de particules creuses ainsi conçues, et consultez aussi le troisième alinéa de la p. 458 qui précède.

fortes. Mais je crois que, sans considerer la rareté, la grande agitation de la matiere etherée, peut contribuer beaucoup à sa penetrabilité. Car si le petit mouvement des particules de l'eau la rend liquide, & de beaucoup moindre resistance, à l'égard des corps qui nagent dedans, que n'est le sable ou quelque poudre tres fine; ne faut il pas qu'une matiere plus subtile, & infiniment plus agitée, soit aussi d'autant plus aisée à penetrer?

Quoy qu'il en soit, nous voions que la nature ne manque pas d'industrie, pour faire qu'il y ait des espaces, dans lesquels les corps se meuvent avec tres peu de resistance; car (p. 163). cela paroît par ce que nos mains sentent dans l'air, & encore plus par les experiences qu'on fait dans les vaisseaux de verre, dont on a tiré tout l'air; où la plume la plus legere, descend avec la mesme vitesse qu'une balle de plomb. Que si on vouloit soutenir que cela procede de la grande rareté de la matiere qui reste dans ce vuide d'air; j'alléguerois au contraire qu'on y aperçoit l'effet d'une matiere qui pese fort considerablement ³⁵), comme on a vu dans l'experience cy dessus raportée.

Quant au raisonnement de Mr. Newton dans la Prop. 6. du Livre 3. pour prouver l'extreme rareté de l'ether: sçavoir que les pesanteurs des corps sont comme les quantitez de la matiere qu'ils contiennent; & que, cela étant, si les espaces de l'air ou de l'ether estoient aussi pleins de matiere que l'or & l'argent, ces metaux n'y descendroient pas; parce qu'un corps solide, n'ayant pas une plus grande pesanteur spécifique qu'un fluide, n'y sçauroit enfoncer. Je dis que je suis d'accord que les pesanteurs des corps suivent les quantitez de leur matiere; & je l'ay mesme démontré dans ce present Discours. Mais j'ay aussi fait voir, qu'à ces corps que nous appellons pesants, la pesanteur peut bien estre imprimée par la force centrifuge d'une matiere, qui ne pese point elle mesme vers le centre de la Terre, à cause de son mouvement circulaire & tres rapide; mais qui tend à s'en éloigner. Cette matiere donc peut fort bien remplir tout l'espace autour de la Terre, que d'autres corpuscules n'occupent point, sans que cela empêche la descente des corps qu'on appelle pesants: étant au contraire la seule cause qui les y oblige. Ce seroit autre chose si on supposoit que la pesanteur fust une qualité inherente de la matiere corporelle. Mais c'est à quoy je ne crois pas que Mr. Newton consente, parce qu'une telle hypothese nous éloigneroit fort des principes Mathematiques ou Mechaniques.

(p. 164). Il me dira peutestre, que, quand on m'auroit accordé | que la matiere etherée consiste en des particules qui se touchent, pour transmettre la lumiere; on ne verroit pas

³⁵) Nous avons déjà observé plus haut (p. 380) que Huygens n'ose pas toujours identifier avec l'éther lumineux la matière fort pesante qu'il croyait avoir découverte par l'expérience du fluide qui ne veut pas descendre (T. XIX, p. 214—215), comme il le fait dans ses considérations sur les aimants (T. XIX, p. 560 et 585).

pourtant qu'elle observeroit cette regle de ne s'étendre qu'en ligne droite, comme elle fait; parce que cela est contre la Propos. 42. du 2 Livre. qui dit que le mouvement, qui se repand dans une matiere fluide, ne s'étend pas seulement tout droit depuis son origine, apres avoir passé par quelque ouverture, mais qu'il s'ecarte aussi à costé. A quoy je repons par avance, que ce que j'ay allegué, pour prouver que la lumiere (hors-mis en la reflexion ou en la refraction) ne s'étend que directement, ne laisse pas de subsister non obstant la dite Proposition. Parce que je ne nie pas que, quand le Soleil luit à travers une fenestre, il ne se repande du mouvement à costé de l'espace eclairé; mais je dis que ces ondes detournées sont trop foibles pour produire de la lumiere. Et quoy qu'il veuille que l'emanation du Son prouve que ces epanchemens à costé sont sensibles, je tiens pour assuré qu'elle prouve plustost le contraire. Par ce que si le Son, ayant passé par une ouverture, s'étendoit aussi à costé, comme veut Mr. Newton, il ne garderoit pas si exactement, dans l'Echo, l'égalité des angles d'incidence & de reflexion; en sorte que quand on est placé en un lieu, d'où il ne peut point tomber de perpendiculaire sur le plan reflechissant d'un mur un peu éloigné, on n'entend point répondre l'Echo au bruit qu'on fait en ce lieu, comme je l'ay experimenté tres souvent. Je ne doute pas aussi, que l'experience qu'il apporte du Son, qu'on entendroit non obstant une maison interposée, ne se trouvaît tout autre, pourvû que cette maison fust placée au milieu de quelque grande eau, ou en sorte qu'il n'y eust rien autour, qui pût renvoyer quelque parcelle du Son par reflexion.

Et pour ce qu'il dit, qu'en quelque endroit qu'on soit dans une chambre, dont la fenestre est ouverte, on y entend le Son de dehors, non pas par la reflexion des murailles, mais venant directement de la fenestre; on voit combien il est facile de s'y abuser, à (p. 165). cause de la multitude des reflexions reiterées, qui se font comme dans un instant; de sorte que le Son, qui s'entend comme venant immediatement de la fenestre ouverte, en peut venir, ou des endroits fort proches, apres une double reflexion. J'avoué done, que pour ce qui est des ondulations ou cerceles qui se font à la surface de l'eau, la chose se passe à peu pres comme l'assure Mr. Newton: c'est à dire qu'une onde, apres avoir passé l'ouverture, se dilate en suite d'un costé & d'autre, & toutefois plus foiblement là que dans le milieu. Mais pour le Son, je dis que ces emanations par les costez, sont presque insensibles à l'oreille: & qu'en ce qui est de la lumiere, elles ne font point d'effet du tout sur les yeux ³⁶).

J'ay crû devoir aller au devant de ces objections que pouvoit suggerer le Livre de Mr. Newton, sçachant la grande estime qu'on fait de cet ouvrage, & avec raison; puis qu'on ne sçauroit rien voir de plus sçavant en ces matieres, ni qui temoigne une

³⁶) Dans sa lettre d'avril 1694 à de Beyrie (T. X, p. 605) Fatio de Duillier écrit à propos de ce passage: „Mr. Newton se rend à ce raisonnement de Mr. Hugens”.

plus grande penetration d'esprit. Il me reste encore deux choses à remarquer dans son Systeme, qui me semblent fort belles, & qui me donneront occasion de faire quelque reflexion. Après quoy j'ajouteray ce que j'ay trouvé parmi mes papiers touchant le mouvement des corps à travers l'air, ou autre milieu qui resiste; duquel mouvement il traite au long dans le livre 2.

On a vû comment dans le Systeme de Mr. Newton les pesanteurs, tant des Planetes vers le Soleil, que des Satellites vers leurs Planetes, sont supposées en raison double reciproque de leurs distances du centre de leurs Orbes. Ce qui se confirme admirablement par ce qu'il demontre touchant la Lune; sçavoir que sa force centrifuge, que luy donne son mouvement, égale précisément sa pesanteur vers la Terre, & qu'ainsi ces (p. 166). deux forces contraires la tiennent suspendue là où elle est. Car la distance d'icy à la Lune estant de 60 demidiametres de la Terre, & partant la pesanteur, dans sa region, $\frac{1}{3600}$ de celle que nous sentons; il falloit que la force centrifuge d'un corps, qui se mouvroit comme la Lune, égalast de mesme $\frac{1}{3600}$ du poids qu'il auroit à la surface de la Terre. Ce qui se trouve effectivement ainsi, & le calcul s'en peut faire aisément, puis qu'on sçait desja que la force centrifuge sous l'Equateur est $\frac{1}{89}$ de nostre pesanteur icy bas.

Mais puisque cet exemple de la Lune prouve si bien la diminution du poids, suivant la raison reciproque des quarez des distances du centre de la Terre; on pourroit douter s'il n'y auroit pas aux Pendules une autre inégalité, outre celle qui estoit causée par le mouvement journalier. Car si la Terre n'est pas spherique, mais assez pres sphéroïde, & qu'un point sous l'Equateur est plus éloigné du centre, que n'est un point sous le Pole, dans la raison de 578 à 577, comme il a esté dit cy-devant; les pesanteurs estant en ces endroits en raison contraire des quarez des distances, il faudroit aussi que le pendule sous l'Equateur fust plus court, que celui dessous le Pole, dans cette mesme raison contraire. C'est à dire que ces pendules seroient comme 288 à 289; ou que le pendule sous l'Equateur seroit plus court de $\frac{1}{89}$ de ce qu'il seroit sous le Pole. Qui est justement la mesme difference, qui provenoit cy dessus du mouvement journalier, ou de la force centrifuge. De sorte qu'une Horloge, avec la mesme longueur de pendule, iroit plus lentement sous l'Equateur que sous le Pole, du double de ce qu'elle retardoit par le mouvement de la Terre; & ainsi cette difference journaliere sous l'Equateur seroit de pres de 5 minutes. Et sous les autres paralleles, on la trouveroit par tout plus que double de ce qu'elle y estoit auparavant. Mais je doute fort que l'experience confirme cette grande variation ³⁶⁾, puisque j'ay vû que, dans le voiage

³⁶⁾ Telle n'est pas précisément l'opinion de Newton, comme nous l'avons remarqué aussi vers la fin de l'Avertissement.

³⁷⁾ Voyez, outre l'Avertissement, notre remarque dans la Partie II de la p. 422 qui précède, où nous avons cité ce passage du Discours.

dont j'ay fait mention, la seule premiere équation fuffit, & que la plus que double mettroit, vers | le milieu du chemin, trop de difference entre la route du vaiffeau, (*p. 167*). calculée fur le Pendule, & celle qu'il tenoit par l'Estime des Pilotes. Et pour rendre raison pourquoy la seconde variation n'auroit point lieu, je dis qu'il ne feroit pas étrange si la pesanteur, près de la surface de la Terre, ne suivoit pas precisément, ainsi que dans les regions plus élevées, la diminution que font les différentes distances du centre ³⁸); parce qu'il se peut que le mouvement de la matiere qui cause la pesanteur, soit aucunement alteré dans la proximité de la Terre. comme il l'est apparemment au dedans: puisque sans cela il faudroit dire que la pesanteur, en allant vers le centre, augmenteroit à l'infini; ce qui n'est point vraisemblable. Au contraire, selon Mr. Newton, la pesanteur au dedans de la Terre diminue suivant que les corps approchent du centre; mais il se sert à le prouver de son principe, dont j'ay dit que je ne suis pas d'accord.

Ce qui me reste à remarquer touchant son Systeme, & qui m'a fort plû, c'est qu'il trouve moyen, en supposant la distance d'icy au Soleil connue, de définir quelle est la pesanteur que sentiroient les habitans de Saturne & de Jupiter, comparée à la nostre icy sur la Terre, & quelle encore est sa mesure à la surface du Soleil ³⁹). Choses qui d'abord semblent bien éloignées de nostre connoissance; & qui pourtant sont des conséquences des principes que j'ay raportez peu devant.

Cette determination a lieu dans les Planetes qui ont un ou plusieurs Satellites, parce que les temps periodiques de ceux cy, & leur distances des Planetes qu'ils accompagnent, doivent entrer dans le calcul. Par lequel Mr. Newton trouve les pesanteurs aux surfaces du Soleil, de Jupiter, de Saturne, & de la Terre, dans la raison de ces nombres, 10000, $804\frac{1}{2}$, 536, $805\frac{1}{2}$. Il est vray qu'il y a quelque incertitude à cause de la distance du Soleil, qui n'est pas assez bien connue, & qui a esté prise dans ce calcul d'environ 5000 diametres de la Terre, au | lieu que, suivant la dîmentation de Mr. Cassini, elle est (*p. 168*). environ de 10000, qui approche assez de ce que j'avois autrefois trouvé, par des raisons vraisemblables, dans mon Systeme de Saturne, sçavoir 12000 ⁴⁰). Je differe aussi quelque chose en ce qui est des diametres des Planetes. De sorte que, par ma supputation, la pesanteur dans Jupiter, à celle que nous avons icy sur la Terre, se trouve comme 13 à 10, au lieu que Mr. Newton les fait égales, ou insensiblement différentes. Mais la pesanteur dans le Soleil, qui, par les nombres qu'on vient de voir, estoit environ 12 fois plus grande que la nostre sur la Terre, je la trouve 26 fois plus grande. D'où s'ensuit ⁴¹), en expliquant la pesanteur de la façon que j'ay fait, que la matiere fluide,

³⁸) Comparez ce que nous avons dit dans la Partie A de la p. 416 qui précède.

³⁹) Voyez sur ces calculs les p. 408—412 qui précèdent.

⁴⁰) Comparez ce que nous avons dit à la p. 348 qui précède.

⁴¹) Voyez la p. 411 qui précède.

aupres du soleil, doit avoir une vitesse 49 fois plus grande que celle que nous avons trouvée pres de la Terre; qui estoit desjà 17 fois plus grande que la vitesse d'un point sous l'Equateur. Voila donc une terrible rapidité; qui m'a fait penser si elle ne pourroit pas bien estre la cause de la lumiere eclatante du Soleil, supposé que la lumiere soit produite comme je l'explique dans ce que j'en ay écrit; sçavoir de ce que les particules Solaires, nageant dans une matiere plus subtile & extremement agitée, frappent contre les particules de l'Ether qui les environnent. Car si l'agitation d'une telle matiere, avec le mouvement qu'elle a icy sur la Terre, peut causer la clarté de la flamme d'une chandelle, ou du Camphre allumé, combien plus grande fera t'elle cette clarté par un mouvement 49 fois plus prompt & plus violent?

J'ay vu avec plaisir ce que Mr. Newton écrit touchant les chûtes & les jets des corps pesants dans l'air, ou dans quelqu'autre milieu qui resiste au mouvement; m'estant appliqué autrefois ⁴²⁾ à la mesme recherche. Et puisque cette matiere appartient en partie à celle de la Pesanteur, je crois pouvoir rapporter icy ce que j'en decouvris alors.

(p. 169). Ce que je ne feray pourtant qu'en abrégé & sans y joindre les demonstrations; ayant negligé de les achever, parce que cette speculation ne m'a pas semblé assez utile, ni de consequence, à proportion de la difficulté qui s'y rencontre.

J'examinay premierement ces mouvemens, en supposant que les forces de la Resistance sont comme les Vitesses des corps, ce qui alors me paroissoit fort vraisemblable. Mais ayant obtenu ce que je cherchois, j'appris presque en mesme temps, par les experiences que nous fîmes à Paris dans l'Academie des Sciences, que la resistance de l'air, & de l'eau, estoit comme les quarez des vitesses ⁴³⁾. Et la raison est assez aisée à concevoir; parce qu'un corps, allant par exemple avec double vitesse, est rencontré par deux fois autant de particules de l'air ou de l'eau, & avec double celerité. Ainsi je vis ma nouvelle Theorie renversée, ou du moins inutile. Apres quoy je voulus aussi chercher ce qui arrive lors qu'on suppose ce veritable fondement des Resistances; où je vis que la chose estoit beaucoup plus difficile, & sur tout en ce qui regarde la ligne courbe que parcourent les corps jettez obliquement.

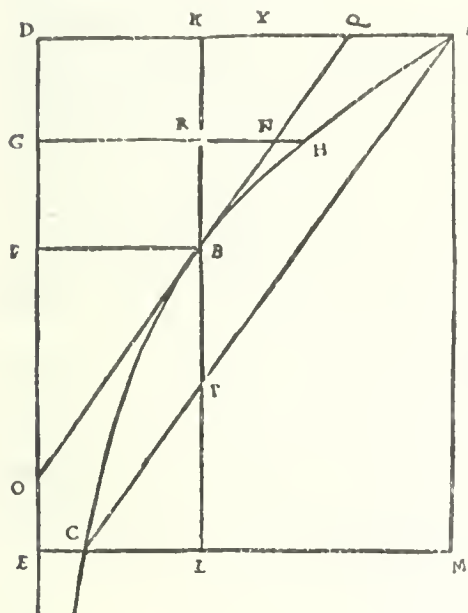
Dans la premiere supposition, où les resistances sont comme les vitesses, je remarquay que, pour trouver les espaces passez en de certains temps, lors que les corps tombent ou montent perpendiculairement, & pour connoitre les vitesses au bout de ces temps, il y avoit une ligne courbe, que j'avois examinée long temps auparavant, qui estoit de grand usage en cette recherche. On la peut appeller la *Logarithmique* ou la *Logistique*, car je ne vois pas qu'on luy ait encore donné de nom, quoyque

⁴²⁾ Déjà, et surtout, en 1668; voyez la p. 381 qui précède.

⁴³⁾ Voyez ces expériences aux p. 120—127 du T. XIX.

d'autres l'aient encore considérée cy devant ⁴⁴). Cette ligne infinie estant A B C, [Fig. 133] elle a une ligne droite pour Asymptote, comme D E; dans la quelle si on prend des parties égales quelconques qui se suivent, comme D G, G F, & que l'on tire des points D, G, F, des perpendiculaires jusqu'à la courbe, sça | voir, D A, (p. 179)

[Fig. 133]



G H, F B, ces lignes feront proportionnelles continues, D'où l'on voit qu'il est aisé de trouver autant de points qu'on veut dans cette courbe; de la quelle je rapporteray par apres quelques proprietez qui meritent d'estre considerées. Pour expliquer ce qui est des chûtes des corps, je repeteicy premierement ce que j'ay écrit à la fin du Traité du Centre d' Agitation ⁴⁵): sçavoir qu'un corps, en tombant à travers l'air, augmente continuellement sa vitesse, mais toutefois en sorte qu'il n'en peut jamais excéder, ni mesme atteindre, un certain degré; qui est la vitesse qu'il faudroit à l'air à souffler de bas en haut, pour tenir le corps suspendu sans pouvoir descendre; car alors, la force de l'air contre ce corps, égale sa pesanteur. J'appelle cette vitesse, dans chaque corps, la vitesse *Terminale*.

⁴⁴) En réponse à une question de G. Eneström dans l'„Intermédiaire des mathématiciens” (T. VI), où il demandait quels sont les mathématiciens qui se sont occupés de la courbe logarithmique avant Huygens, P. Tannery répondait dans le T. VII de 1900 du même périodique („Mémoires Scientifiques” X, p. 370—372; nous avons déjà cité cette réponse à la p. 199 du T. XX) que Leibniz annonce dans une lettre du 8 mars 1673 une dissertation du P. Pardies (mort peu après) sur la *linea logarithmica*, dont il (P.) avait déjà dit quelques mots dans ses „Elementa Geometriae”. Collins fait répondre à Leibniz par Oldenburg, le 6 avril 1673, que cette courbe est déjà bien connue en Angleterre.

Eneström et Tannery ignoraient qu'il ne fallait pas dire „avant Huygens” puisque celui-ci s'était occupé de la courbe depuis 1661 (T. XIV), mais seulement „avant la publication du Discours de Huygens en 1690”.

Huygens ne songe certainement pas à Torricelli (voyez la p. 554 du T. XX); mais voyez ce qu'il dit plus loin (p. 179) sur les considérations auxquelles l'„Opus Geometricum” de 1647 de Gregoire de St. Vincent donna lieu, et aussi ce que nous avons dit sur Kepler à la p. 294 du T. XX.

⁴⁵) P. 359 du T. XVIII. Huygens parle de la Quatrième Partie de l'„Horologium oscillatorium” de 1673.

Si donc un corps pesant est jetté perpendiculairement en haut, avec une vitesse dont la raison à la vitesse Terminale soit donnée, par exemple comme de la partie $A K$ à $K D$ dans l'ordonnée $A D$, perpendiculaire à l'asymptote $D E$; soit menée $K B$ parallèle à cette asymptote, & qu'au point B la courbe soit touchée par la droite $B O$, qui rencontre $D E$ en O , & $D A$ en Q . Laquelle tangente se trouve en prenant $F O$, depuis (p. 171). l'ordonnée $B F$; égale à une certaine longueur, qui pour toutes les tangentes est la même, & que je définiray dans la suite. Puis soit $A C$ parallèle à cette tangente, coupant $K B$ prolongée en P ; & du point C , où elle rencontre la courbe, soit tirée $C L M$, parallèle à $A D$, & coupant $K B$ prolongée, & $A M$ parallèle à l'asymptote, aux points L & M . Maintenant le temps que le corps met à monter à la hauteur où il peut arriver, est au temps de sa descente de cette même hauteur, comme la ligne $K B$ à $B L$ ⁴⁶).

Et le temps qu'il emploie à monter à travers l'air, étant jetté comme il a été dit, est au temps qu'il emploieroit sans rencontrer de résistance, comme $K B$ à $K P$ ⁴⁷).

Et la hauteur à laquelle il montera dans l'air, à celle où il monteroit sans résistance, comme l'espace $A B K$ au triangle $A P K$ ⁴⁸), ou comme $Q A$ à $A X$, que je suppose être la moitié d'une troisième proportionnelle aux lignes $D K$, $K A$ ⁴⁹).

Et sa vitesse, en commençant de monter, à celle qu'il a en retombant à terre, comme $M L$ à $L C$ ⁵⁰).

On trouve de plus, par cette même ligne, quelle est la courbe que parcourt un corps jetté obliquement. Car, dans la même figure, [Fig. 134] si l'angle du jet, sur la ligne horizontale, est $L M R$, avec une vitesse donnée, dont le mouvement en

⁴⁶) Ceci correspond à la l. 4 d'en bas de la p. 117 du T. XIX: „Tempus autem ascensus ad tempus descensus erit ut CD ad DI ”. Nous avons dit dans la note 4 de la p. 116 de ce Tome que le calcul des p. 116—117 (§ 10) date probablement de 1668. D'ailleurs la même chose se trouve déjà au § 6 (l. 5—6 de la p. 111 du T. XIX), ainsi qu'au § 7 (l. 8 de la p. 113 du même Tome) qui sont certainement de 1668.

⁴⁷) Ceci correspond aux l. 9—6 d'en bas de la p. 103 (§ 1) du T. XIX datant de 1668: „Et quam rationem habebit CN ad CE , eam habebit tempus ascensus corporis N [auquel l'air ne résiste pas] ad tempus totius ascensus corporis R ”. Il est vrai qu'ici il avait été supposé que la vitesse initiale des deux corps montants était la „vitesse terminale”, ce qui se traduisait dans la figure par l'égalité des longueurs qui dans la présente Fig. 133 sont désignées par AK et KD .

⁴⁸) Ceci correspond aux dernières lignes de la p. 103 du T. XIX; même remarque sur les vitesses.

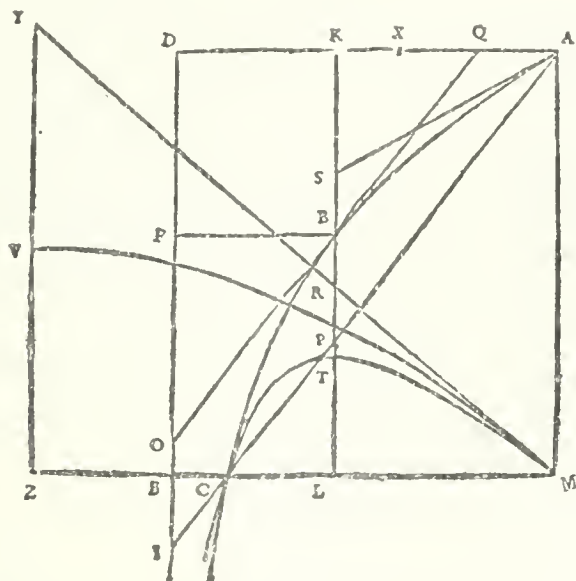
⁴⁹) On a: espace $ABK = AQ \times$ latus rectum (T. XIX, § 5, p. 110, l. 9—7 d'en bas). Il faut donc encore démontrer que $\Delta APK = AX \times$ latus rectum, c. à d. que $AK : KP = KD : \text{latus rectum}$. Ceci revient à $KP = \text{latus rectum}$ dans le cas où $AK = KD$ qui est celui du § 1 de la p. 102 du T. XIX; comparez la fin de la note 47. On voit généralement que $AK : KP = KD : \text{latus rectum}$ en menant (ce que nous n'avons pas fait dans la figure) par K une parallèle à AC et QO qui coupe DE en un point S ; les ΔSDK et PKA seront semblables, et l'on aura $DS = \text{latus rectum}$ (OF) puisque les ΔSDK et OFB sont congruents. C. Q. F. D.

⁵⁰) Ceci correspond au rapport $VII : ZX$ de la l. 7 de la p. 113 (§ 7) de 1668 du T. XIX.

haut soit à la vitesse Terminale comme A K à K D: soit repetée la construction precedente, & que la droite A S, qui touche la courbe A B C en A, rencontre K B en S. Puis comme S P à P B ainsi soit R L à L T, & sur la base M C soit dressée une figure proportionnelle au segment A B C P, en sorte que les paralleles & également distantes de l'asymptote D E, dans l'une & l'autre figure, aient par tout la mesme raison de B P à T L. Ce sera la courbe M T C qui marquera la figure requise du jet ⁵¹).

Et parce que la hauteur de l'élevation avec resillance, estoit à la hauteur du jet libre, comme QA à AX ; si l'on fait que TL ait cette mesme raison à une autre ligne VZ ; ce sera la hauteur de la Parabole MV que fait ce jet libre, commencé en M (p. 172).

[Fig. 134]



avec la mēme force, & dans la mēme direction MR , qu'avoit l'autre jet. De sorte que si dans l'angle LMR on ajuste YZ perpendiculaire à MC , & égale à la double VZ , on aura le sommet de cette parabole en V au milieu de YZ , & sa demie base ou demie amplitude MZ .

Il est à noter que, quel que soit l'angle d'elevation LMR , pourvu que la vitesse verticale demeure la même, on trouve icy la même amplitude MC . Mais il faut être averti que ce sont seulement les figures des jets qu'on trouve de cette façon, &

⁵¹⁾ C'est la construction des p. 116—119 (§§ 10 et 11) du T. XIX.

non pas les hauteurs & amplitudes de divers jets comparez ensemble. Car ils doivent tous estre de meſme hauteur, quand la cele | rité verticale eſt la meſme. C'eſt pourquoy alors chaque figure de jet, ainſi trouvée, doit estre reduite à une figure proportionnelle d'égale hauteur, ſi on veut ſçavoir comment les amplitudes, & les hauteurs des divers jets, ſont les unes aux autres.

J'ajoute encore icy, que la ligne Logarithmique ne ſert pas ſeulement à trouver les courbes des jets, mais qu'elle eſt cette courbe elle meſme en un cas, ſçavoir quand on jette un corps obliquement en bas, en forte que ce qu'il y a de deſcente perpendiculaire, égale la viteſſe Terminale ⁵²). Car alors ce corps ſuivra preſiſement la courbure d'une telle ligne, en s'approchant toujours de l'aſymptote, ſans la pouvoir atteindre. Et ce qui determine l'eſpece de la ligne, c'eſt que ſa *Soutangente*, (je nommeray ainſi la ligne F O, qui pour toutes les tangentes eſt la meſme) ſera double de la hauteur à laquelle la viteſſe Terminale peut faire monter le corps, ſans reſiſtance du milieu ⁵³).

Ce ſont là les choſes que je trouvay en ſuppoſant la reſiſtance estre comme la viteſſe, mais toute cette Theorie eſtant, comme j'ay dit, fondée ſur un principe, que la nature ne ſuit point en ce qui eſt des reſiſtances de l'air & de l'eau, je la negligey entierement; & ce n'eſt qu'à l'occafion du Traité de Mr. Newton que je l'ay reprise, pour voir ſi ce que nous avions cherché par des voies fort differentes, ſ'accordoit enſemble comme il falloir. Ce qui ſe trouve ainſi: car la conſtruction pour la ligne du jet, qu'il donne dans la Propos. 4 du 2 Livre, quoyque tout autre que la miene & plus difficile, produit pourtant la meſme courbe, comme cela ſe peut prouver par demonſtration ⁵⁴).

En examinant ce qui arrive dans la vraye ⁵⁵) hypothèſe de la Reſiſtance, qui eſt en raifon double de la Viteſſe, j'avois ſeulement determiné ce cas particulier, d'un corps

⁵²) La compoſante verticale v de la viteſſe reſtera conſtamment $\frac{g}{k}$ dans le cas icy conſidéré (l'équation du mouvement étant $\frac{dv}{dt} = g - kv$); le chemin parcouru en un temps t eſt donc $y = \frac{g}{k} t$. La compoſante horizontale de la viteſſe ſera $v_0 e^{-kt}$, où v_0 peut être quelconque; le chemin parcouru eſt donc $x = \frac{v_0}{k} (1 - e^{-kt})$. D'où réſulte la courbe décrite $x = \frac{v_0}{k} \left(1 - e^{-\frac{k^2}{g} y}\right)$ qui eſt une logarithmique.

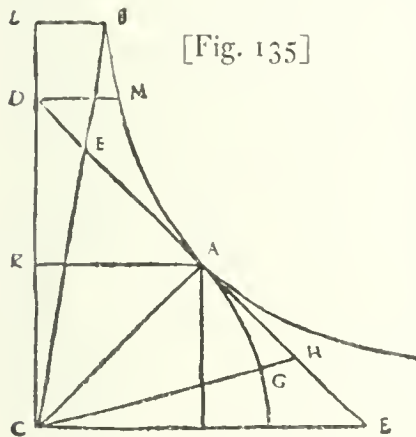
⁵³) Le latus rectum de la logarithmique de la note précédente, ſavoir $\frac{g}{k^2}$, eſt le double de $\frac{g}{2k^2}$, c. à. d. de la hauteur qu'atteint un corps lancé verticalement en l'air avec la viteſſe initiale $\frac{g}{k}$.

⁵⁴) Voyez l'Appendice I qui ſuit, ainſi que la note 9 de la p. 172.

⁵⁵) Voyez nos obſervations ſur cette expreſſion aux p. 85—86 du T. XIX.

jetté en haut avec fa vitesse Terminale; sçavoir que le temps de toute son élévation en l'air, est au temps qu'il emploieroit à monter jusqu'où il peut sans résistance, comme le Cerele au Quarré qui luy est circonferit. Et que la hauteur du premier jet est à la hauteur de l'autre, comme l'espace entre une Hyperbole & son asymptote, terminé par deux paralleles à l'autre asymptote qui soient en raison de 2 à 1, au rectangle où parallelogramme de la mesme Hyperbole. C'est-à-dire, comme, dans la figure suivante, l'espace A M D K au quarré A C ⁵⁶). Je n'avois point recherché les autres cas, qui sont compris universellement dans la Prop. 9, du 2 Livre de Mr. Newton, qui est tresbelle: & ce qui m'en empêcha, ce fut que je ne trouvois point, par la voie que je suivois, la mesure des descentes des corps, si non en supposant la quadrature de certaine Ligne courbe, que je ne sçavois pas qu'elle dependoit de la quadrature de l'Hyperbole. Je reduisis la dimension de l'espace de cette courbe, à une Progression infinie, $a + \frac{1}{3}a^3 + \frac{1}{5}a^5 + \frac{1}{7}a^7$ &c. Ne sçachant pas que la mesme progression donnoit aussi la mesure du secteur Hyperbolique: ce que j'ay vu depuis, en comparant la demonstration de Mr. Newton avec ce que j'avois trouvé ⁵⁷).

Mais par ce que cette Progression, pour la mesure de l'Hyperbole, n'a pas encore esté remarquée que je sçache, je veux expliquer icy comment elle y sert. Soit A B [Fig. 135] une Hyperbole, dont les asymptotes D C, C E, fassent un angle droit. le demi axe soit C A, perpendiculaire à D A E qui touche l'Hyperbole; & que A C



[Fig. 135]

⁵⁶⁾ Voyez ces résultats aux p. 147 (note 11) et 151 (note 14) du T. XIX.

⁵⁷⁾ Sur ce sujet on peut consulter e.a. la note 2 de la p. 471 du T. XIX.

⁵⁸⁾ Voyez la note 3 de la p. 472 du T. XX ou la note 13 de la p. 535 du T. IX.

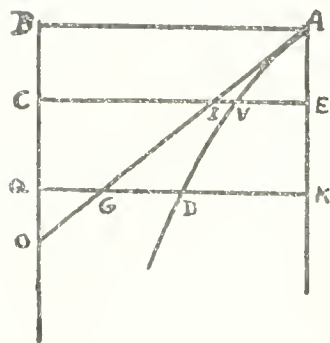
mée a , & $A E$ égale à 1 ; la somme de la Progression $a - \frac{1}{3}a^3 + \frac{1}{5}a^5 - \frac{1}{7}a^7$ &c. est à 1, comme le Secteur $A C G$ au triangle $A C E$, ou comme l'arc $A G$ à la droite $A E$.

Pour ce qui est de la ligne du jet oblique ; s'il suffisoit, dans cette maniere de resistance, de connoître le mouvement horizontal & le vertical d'un corps, pour en composer le mouvement oblique, ainsi que dans la premiere hypothese, il y auroit moyen de determiner des points par où cette ligne doit passer : & la mesme ligne Logarithmique y seroit utile, estant tournée en sorte que son asymptote fust parallele à l'horizon ; & elle mesme seroit derechef la courbe du jet, dans le cas où j'ay dit qu'elle seroit auparavant. Mais cette composition de mouvement n'ayant point lieu icy ; parce que la diminution du mouvement retardé, dans la diagonale d'un rectangle, n'est pas proportionnelle aux diminutions par les costez ; il est extremement difficile, si non du tout impossible, de refoudre ce Probleme ⁵⁹).

Le mouvement horizontal estant considéré à part, comme d'une boule qui rouleroit sur un plancher uni, a cela de remarquable icy, qu'il doit aller loin à l'infini, non-
(p. 176). obstant la resistance | du milieu, au lieu que, quand la resistance est comme la vitesse, il est borné, & n'atteint jamais un certain terme. Et cette infinité se prouve aisement par la Propos. 5. du 2 Livre du Traité de Mr. Newton, parce que l'espace compris entre l'Hyperbole & ses asymptotes est de grandeur infinie ⁶⁰).

Les proprieté de la ligne Logistique, que j'ay promis de rapporter, & dont quelques unes ont servi à trouver ce que j'ay remarqué touchant les mouvements à travers l'air,

[Fig. 136]



sont les suivantes ; outre la premiere, que j'ay desja indiquée, de la proportionalité des ordonnées à l'asymptote, quand elles sont également distantes, par laquelle on trouve des points dans cette ligne.

1. Que les espaces compris entre deux ordonnées à l'asymptote, sont entre eux comme les différences de ces ordonnées ⁶¹). Ainsi dans cette figure [Fig. 136], où $A V D$ est la Logistique, $B O$ son asymptote, & les ordonnées $A B$, $V C$, $D Q$; dont ces dernieres, estant continuées, rencontrent $A K$, parallele à l'asymptote, en E , K ; les espaces $A B C V$, $A B Q D$ sont entre eux comme les droites $E V$, $K D$.

2. Que les mesmes choses estant posées, & $A O$

⁵⁹) Huygens remarqua en 1689 (ou plus tot) l'impossibilité de la composition du mouvement dans le cas considéré après avoir lu les „Principia” de Newton : voyez les p. 423 — 426 qui précèdent.

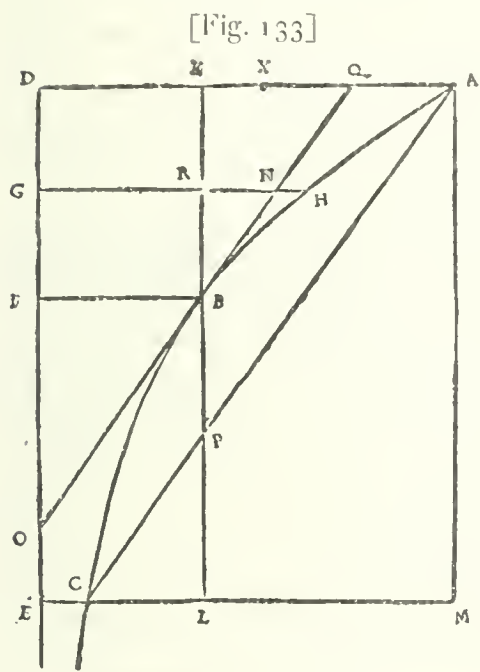
Voyez aussi sur ce sujet la p. 498 de l'Appendice II qui suit.

⁶⁰) Voyez la Partie F de la p. 420 qui précède.

⁶¹) Voyez l'avant-dernier alinéa datant de 1661, de la p. 402 du T. XIV.

5. Que cette longueur se trouve par approximation, & qu'elle est à la partie de l'asymptote, comprise entre les ordonnées de la raison double, comme 43+29+4+81903251804 à 301029995663981195; ou, bien pres, comme 13 à 9⁶⁵).

7. Que l'espace infini entre une ordonnée, la Logistique, & son asymptote, du côté que ces deux dernières vont en s'approchant, est double du triangle que font l'ordonnée, la tangente menée du même point que l'ordonnée, & la soutangente. Ainsi, dans la même figure, l'espace infini, depuis l'ordonnée B F, est double du triangle B F O ⁶⁷).



⁶⁷) T. XIV, p. 466, quatrième alinéa.

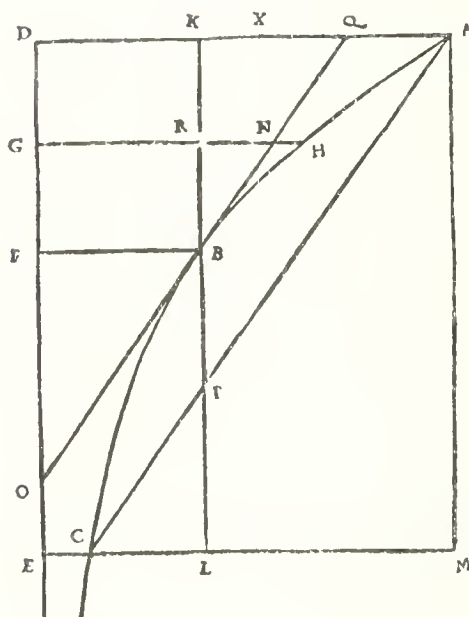
8. Que l'espace, compris entre deux ordonnées, est égal au rectangle de la soutangente & de la différence des mesmes ordonnées. Ainsi, dans la mesme figure, l'espace A D F B est égal au rectangle de la soutangente F O & de K A ⁶⁸).

9. Que le solide que fait l'espace infini depuis une ordonnée, en tournant autour de l'asymptote, est sesquialtere du Cone, dont la hauteur est égale à la soutangente, & le demidiametre de la base égal à la mesme ordonnée. Ainsi le solide que fait l'espace infini B F O C, en tournant autour de F O, est sesquialtere du cone que fait le triangle B F O, en tournant autour de la mesme F O ⁶⁹).

10. Que le solide produit par le mesme espace infini, en tournant autour de l'ordonnée B F, depuis laquelle il commence, est sextuple du cone que fait le triangle B F O, par sa conversion sur B F ⁷⁰). De laquelle mesure des solides il s'ensuit;

11. Que le centre de gravité de l'espace infini, depuis une ordonnée, est distant de cette ordonnée, de la longueur de la soutangente ⁷¹).

[Fig. 133]



(p. 179).

12. Que ce mesme centre de gravité est de l'asymptote, du quart de l'ordonnée ⁷¹).

13. J'avois aussi trouvé que le centre de gravité du premier des dits solides infinis, est distant de sa base, de la moitié de la soutangente ⁷²).

14. Et que le centre de gravité de l'autre solide est distant de sa base infinie, d'une huitieme de son axe ⁷³).

15. On sçait assez que cette ligne Logistique sert à la Quadrature de l'Hyperbole, depuis les demonstrations du P. Greg. de St. Vincent, touchant les espaces Hyperboliques compris entre deux ordonnées sur une des asymptotes ⁷⁴). Et que s'il y a deux tels espaces, dont les ordonnées de l'un soient comme A D à H G dans la dernière figure, & les ordonnées de l'autre comme B F à C E; ces

⁶⁸) T. XIV, p. 466, cinquième alinéa.

⁶⁹) T. XIV, p. 467, deuxième alinéa.

⁷⁰) Huygens a démontré en 1661 (T. XIV, p. 467—470) que le centre de gravité de l'espace infini BFOC se trouve à une distance $\frac{1}{4}$ BF de OF et à une distance $\frac{1}{8}$ de BF, étant le latus rectum. Suivant le théorème de Guldin le rapport du solide obtenu par la rotation de l'espace considéré autour de BF à celui obtenu par la rotation du même espace autour de OF est donc

espaces feront entre eux comme les lignes D G à F E. Mais on n'a point remarqué, que je sçache, que ces mêmes espaces Hyperboliques sont au Parallelogramme de l'Hyperbole (j'appelle ainsi le parallelogramme dont les costez sont les deux ordonnées sur les asymptotes, tirées d'un même point de la Section) comme chacune des lignes D G, F E, à la sous tangente F O. De sorte que, si le Parallelogramme de l'Hyperbole est supposé de 0,4342944819 parties, chaque espace Hyperbolique, compris entre deux ordonnées à une des asymptotes, fera à ce parallelogramme, comme le Logarithme de la proportion des mêmes ordonnées, c'est à dire comme la difference des Logarithmes, des nombres qui expriment la proportion des ordonnées, au nombre 0,4342944819; en prenant des Logarithmes de 10 caractères outre la caractéristique ⁷⁵).

$\frac{4}{BF}$. D'autre part le rapport des volumes des cônes obtenus par la rotation du triangle BFO autour des axes BF et OF respectivement est $\frac{1}{BF}$. Le théorème 10 résulte donc du théorème 9:

au lieu de „sesquialtere du cone” on trouve maintenant „sextuple du cone”.

⁷¹) On voit aux pages citées du T. XIV (note précédente) que le théorème 9 y est en effet antérieur au théorème 12, tandis que le théorème 10 y est en réalité postérieur au théorème 11.

⁷²) En 1661 Huygens avait énoncé ce théorème sans y ajouter la démonstration (T. XIV, p. 471, avant-dernier alinéa). Sa démonstration de 1689 se trouve aux p. 472—473 du même Tome.

⁷³) Dernier alinéa de la p. 471 du T. XIV. Nous y avons donné la démonstration dans une note.

⁷⁴) Voyez ce que nous avons dit sur Gregoire de St. Vincent aux p. 432—434 du T. XIV, ainsi qu'au T. XX.

⁷⁵) En désignant par H le „parallelogramme de l'hyperbole” (il s'agit d'une hyperbole équilatère)

on a pour l'espace hyperbolique S compris entre les ordonnées y_1 et y_2 : $S = \int_{x_1}^{x_2} y dx = H$

1. $\frac{x_2}{x_1} = H \cdot \frac{y_1}{y_2}$, où l désigne le logarithme népérien. Il en résulte que $\frac{S}{H} = \frac{\log y_1 - \log y_2}{\log e}$, où \log

désigne le logarithme à base 10. Donc, pour deux espaces différents $\frac{S}{S'} = \frac{\log y_1 - \log y_2}{\log y'_1 - \log y'_2}$. Dans

la figure $\log y_1 - \log y_2$ et $\log y'_1 - \log y'_2$ sont des parties de l'axe des abscisses de la courbe logarithmique. Cette dernière équation correspond à la thèse du début du n° 15. Quant à

l'équation $\frac{S}{H} = \frac{\log y_1 - \log y_2}{\log e}$ elle correspond au premier énoncé de Huygens, la sous tangente

ou latus rectum de la courbe logarithmique étant désignée par $\log e$: voyez la p. 464 du T. XIV.

Lorsque H est de 0,4342944819 parties, où $0,4342944819 = \log e$, on a simplement $S = \log y_1 - \log y_2$, ou d'après le deuxième énoncé de Huygens, $\frac{S}{H} = \frac{\log y_1 - \log y_2}{0,4342944819}$.

Comparez sur ce sujet les p. 434—435 et 474—477 du T. XIV. Ce calcul de Huygens est de 1661.

(p. 180). Et d'icy il est aisé de vérifier la Quadrature de l'Hyperbole que j'ay donnée dans le Traité de l'Evolution des Lignes Courbes, qui est dans mon *Horologium Oscillatorium* ⁷⁶).

⁷⁶) P. 218—221 du T. XVIII, où $0,3622156887 = -\log \log e$, comme nous l'avons déjà dit au T. XIV.

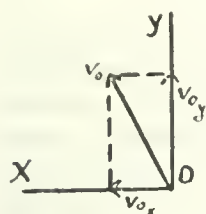
APPENDICE I

AU DISCOURS DE LA CAUSE DE LA PESANTEUR.

À la p. 173 du Discours (voyez la note 54 de la p. 482 qui précède) Huygens dit fait pouvoir démontrer l'identité de sa courbe avec celle de Newton dans le cas du jet dans un milieu qui résiste proportionnellement à la vitesse. Il nous est évidemment impossible de reconstruire sa démonstration. C'est pourquoi nous croyons pouvoir nous borner, sans considérer la construction de Newton, à faire voir que la courbe de Huygens s'accorde avec celle qu'on trouve par l'intégration des équations différentielles du mouvement.

Voyez aussi sur ces constructions la note 35 de la p. 499 qui suit.

[Fig. 137]



Soit v_0 [Fig. 137] la vitesse initiale avec laquelle le corps (ou plutôt le point pesant) part de O, ses composantes horizontale et verticale étant v_{0x} et v_{0y} . Nous avons pris l'axe des x vers la gauche pour nous conformer tant à la Fig. 134 de la p. 481 qui précède qu'aux Fig. 64 et 65, datant de 1668, des p. 117 et 119 du T. XIX, lesquelles sont reproduites un peu plus loin. Les équations différentielles (comparez la p. 83 et suiv. du T. XIX) sont

$$\begin{cases} \frac{dv}{dt} = -kv \text{ pour le mouvement horizontal,} \\ \frac{dv}{dt} = -g - kv \text{ pour le mouvement vertical.} \end{cases}$$

Il en résulte pour les distances parcourues en un temps t

$$\begin{aligned} x &= \frac{v_{0x}}{k} (1 - e^{-kt}) \\ y &= -\frac{g}{k} t + \frac{kv_{0y} + g}{k^2} (1 - e^{-kt}). \end{aligned}$$

L'élimination de t donne pour l'équation de la courbe du jet

$$y = \frac{kv_{0y} + g}{kv_{0x}} x + \frac{g}{k^2} l. \left(1 - \frac{kx}{v_{0x}}\right) \dots (1) \quad (l. = \text{logarithme népérien})$$

La différentielle de y s'annule pour

$$x = \frac{v_{0x} v_{0y}}{g + kv_{0y}} \dots (2)$$

abscisse qui correspond au sommet de la courbe.

L'asymptote verticale se trouve à une distance $x_0 = \frac{v_{ox}}{k}$ de l'origine O.

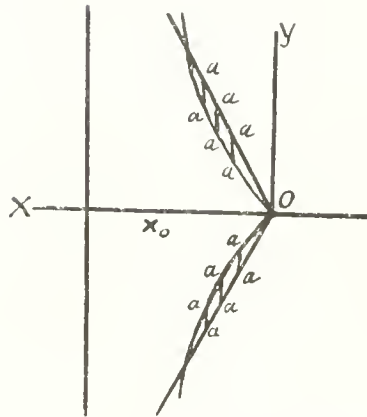
On peut modifier ces expressions en y introduisant la „vitesse finale” (d'une chute verticale) $V = \frac{g}{k}$.

L'équation (1) fait voir que l'ordonnée y est la différence $y_1 - y_2$ des ordonnées

$$\left\{ \begin{aligned} y_1 &= \frac{kv_{oy} + g}{k v_{ox}} x \dots (3) \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} y_2 &= -\frac{g}{k^2} \ln \left(1 - \frac{kx}{v_{ox}} \right) \dots (4) \end{aligned} \right.$$

[Fig. 138]



De ces équations la première représente [Fig. 138, partie supérieure] une droite passant par O, la deuxième une logarithmique possédant la même asymptote que la courbe du jet.

Pour obtenir la courbe du jet il faut donc faire descendre sur l'axe des x toutes les petites droites verticales aa : la courbe cherchée passera alors par leurs sommets.

Dans les figures de Huygens il en est à peu près de même; seulement la droite et la logarithmique y ont une autre position; c'est celle qu'on obtient, comme nous l'indiquons dans la figure, en prenant l'image ou inverse de la droite et de la logarithmique par rapport à OX, ce qui évidemment ne modifie pas les longueurs des droites aa qu'on peut faire

descendre, comme le fait Huygens, sur une horizontale plus basse.

Comme l'équation (2) peut s'écrire $x = \frac{v_{ox} v_{oy}}{k(V + v_{oy})}$

d'où résulte

$$x_0 - x = \frac{v_{ox} V}{k(V + v_{oy})},$$

on a

$$v_{oy} : V = x : x_0 - x,$$

ce qui correspond à une équation de Huygens suivant laquelle le rapport $v_{oy} : V$ est égal à AK : KD [Fig. 134]; ou bien, dans les Fig. 63 et 64 de la p. 117 du T XIX, $\mathfrak{S}x : \zeta = CA : BA$.

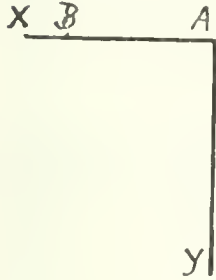
Mais la droite et la logarithmique des figures de Huygens ne sont cependant pas identiques avec celles considérées ici; puisqu'il construit d'abord une autre courbe [Fig. 64] qui ne se change en courbe du jet que lorsque toutes les ordonnées sont multipliées par un facteur constant.

Désignant le „latus rectum” de la logarithmique de Huygens par λ , comme il le

fait à la p. 117 du T. XIX, et prenant les axes comme dans la présente figure 139, l'équation de cette courbe est

$$x = x_0 (1 - e^{-\frac{y}{\lambda}}) \text{ ou } y = \lambda \ln \frac{x_0}{x_0 - x} \dots (5)$$

[Fig. 139]



AN [Fig. 64] étant la tangente à cette courbe en A, on a, en annulant y dans $\frac{dy}{dx} = \frac{\lambda}{x_0} e^{\frac{y}{\lambda}}$, $\frac{NB}{AB} = \frac{\lambda}{x_0}$. Or, $AB = x_0$; donc $NB = \lambda$.

$AC = \frac{x_0 v_{oy}}{V + v_{oy}}$; les coordonnées du point D sont donc

$$\begin{cases} x_D = \frac{x_0 v_{oy}}{V + v_{oy}} \\ y_D = -\lambda \ln \frac{V}{V + v_{oy}} \end{cases}$$

et la direction de la tangente E D O en D à la logarithmique est déterminée par l'équation

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)_D = \frac{\lambda}{x_0} \cdot \frac{V + v_{oy}}{V}$$

Fig. 64
de la p. 117 du T. XIX

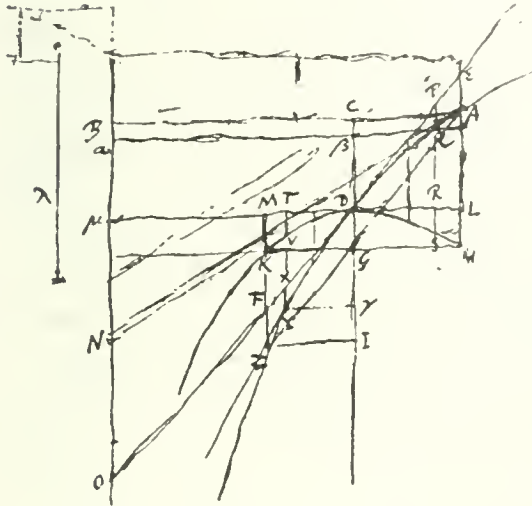
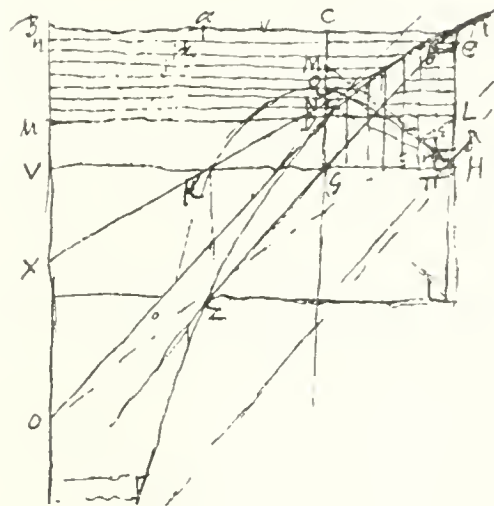


Fig. 65
de la p. 119 du T. XIX



Comme la direction de la droite (3) était déterminée par

$$\frac{dy}{dx} = \frac{k v_{oy} + g}{k v_{ox}} \text{ ou } \frac{V + v_{oy}}{v_{ox}}$$

on voit que le facteur constant dont il était question plus haut devra se montrer égal à $\frac{x_o}{\lambda} \cdot \frac{V}{v_{ox}}$.

L'équation de la droite A G Z [Fig. 64 et 65] parallèle à E D O fera

$$y = \frac{V + v_{ox}}{V} \cdot \frac{\lambda}{x_o} x \dots (6).$$

D'après les équations (5) et (6) la courbe considérée par Huygens (l'„analogica luxata”) qui devra se changer en courbe du jet sera

$$y = \frac{\lambda (V + v_{oy})}{x_o V} x + \lambda l \cdot \frac{x_o - x}{x_o} \dots (7)$$

tandis que l'équation (1) était

$$y = \frac{V + v_{oy}}{v_{ox}} x + \lambda' l \cdot \frac{v_{ox} - kx}{v_{ox}} \dots (1')$$

en appelant λ' le „latus rectum” $\frac{g}{k^2}$ de la logarithmique qui y figure.

Les expressions $\frac{x_o - x}{x_o}$ et $\frac{v_{ox} - kx}{v_{ox}}$ sont identiques puisque $v_{ox} = kx_o$.

Multipliant ensuite l'un et l'autre terme du second membre de l'équation (7) par $\frac{x_o}{\lambda} \cdot \frac{V}{v_{ox}}$ ou $\frac{g}{k^2 \lambda}$ on obtient, comme il le fallait, le second membre de l'équation (1').

Reste à faire voir que ce facteur est bien celui dont parle Huygens. Dans la Fig. 65 il l'indique par $\frac{GM}{GN}$. Comme dans cette figure HM est la direction de la vitesse

initiale, autrement dit que c'est la tangente à la courbe du jet, on a $\frac{GM}{GH} = \frac{v_{oy}}{v_{ox}}$.

D'autre part $GN = AH - AL = GH (\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \alpha')$ en désignant par α et α' les angles que font respectivement avec l'axe des x les droites AZ et AN. C. à. d.

$$GN = GH \left(\frac{V + v_{oy}}{V} \cdot \frac{\lambda}{x_o} - \frac{\lambda}{x_o} \right)$$

$$\text{ou } \frac{GN}{GH} = \frac{\lambda v_{oy}}{x_o V} \dots (8)$$

Par conséquent $\frac{GM}{GN} = \frac{GM}{GH} : \frac{GN}{GH} = \frac{x_o}{\lambda} \cdot \frac{V}{v_{ox}}$. C. Q. F. D.

Dans la Fig. 134 de la p. 481 le facteur est désigné par $\frac{TL}{BP}$, ce qui, vu l'équation $SP : PB = RL : LT$, correspond à $\frac{RL}{SP}$. Or, en comparant les figures, on voit que RL est la même chose que MG de la Fig. 65 et SP la même chose que NG.

Nous avons donc constaté l'identité qu'il s'agissait d'établir ¹⁾.

¹⁾ Comme nous l'avons dit dans la note 6 de la p. 119 du T. XIX, la droite HN est tangente à l'„analogistica luxata“. C'est ce qui résulte aussi des équations du présent Appendice. En effet, la tangente en H à cette courbe a une direction déterminée par $\frac{dy}{dx}$, où y est la différence des ordonnées de la logistique et de la droite AZ auprès du point A. C. à. d. ce $\frac{dy}{dx} = -\frac{F + v_{oy} \lambda}{F} \frac{1}{x_o}$ — $\frac{\lambda}{x_o} = \frac{v_{oy} \lambda}{F} \frac{1}{x_o}$ — comparez l'équation (8) du texte — ce qui, multiplié par le facteur trouvé $\frac{x_o}{\lambda} \cdot \frac{F}{v_{ox}}$, donne $\frac{v_{oy}}{v_{ox}}$, rapport qui détermine la direction de la tangente HM à la courbe du jet.

C. Q. F. D.

Mais nous nous sommes trompé en disant dans la note nommée que l'angle NHG [Fig. 65] est égal à l'angle NAG: la construction, comme le calcul, montre que cette égalité n'existe pas.

APPENDICE II

AU DISCOURS DE LA CAUSE DE LA PESANTEUR.

Newton, c'est une chose bien connue, n'aimait pas d'écrire des lettres; c'est dans une lettre de 1694 de Fatio de Duillier ¹⁾ que nous trouvons un résumé de ce qu'il pensait du Discours; cette épître n'était pas destinée à Huygens et lui est apparemment restée inconnue, mais comme Fatio le visita ²⁾ en 1691 nous pouvons être assurés — et les lettres que le jeune suiffle lui écrivit en font aussi foi ³⁾ — qu'il savait fort bien que Newton persistait „à croire que toutes les parties des corps terrestres s'attirent les unes les autres” ⁴⁾, et aussi que le savant anglais était „encore indéterminé entre ces deux sentimens 1. que la cause de la pesanteur soit inherente ⁵⁾ dans la matière par une loi immédiate du Createur de l'Univers 2. que la pesanteur soit produite par [une] cause mécanique [autre en tout cas que les tourbillons de Descartes]”. Il savait que Newton, partisan de l'attraction, demeurait „persuadé que la pesanteur vers la terre est moindre sous l'équateur, non seulement à cause du mouvement journalier de la terre, mais encore à cause de la distance de l'équateur au centre, qui est plus grande que celle du pôle au centre” ⁶⁾. On a vu plus haut que Huygens, tout en ne reconnaissant pas l'existence de la „deuxième inégalité [inégalité newtonienne] des pendules”, ou plutôt d'une deuxième inégalité, définie par lui-même, du même ordre de grandeur que la vraie inégalité newtonienne, s'exprimait sur ce sujet avec une certaine réserve ⁷⁾.

En 1693 Huygens écrit à Leibniz ⁸⁾ qu' „il est assez difficile d'expliquer pourquoi [l'axe de la terre] se détourne . . tant qu'il fait, suivant ce qui paroît par la précession des équinoxes”. Que penser de l'expression „assez difficile”? Huygens savait évidemment fort bien que ce mouvement périodique de l'axe de la terre ⁹⁾ était expliqué par

¹⁾ T. X, p. 605, lettre du 9 avril 1694 à de Beyrie.

²⁾ Pour la deuxième fois; voyez e.a. le T. XX.

³⁾ Voyez p. e. la lettre du 15 février 1692 (T. X, p. 257).

⁴⁾ Voyez cependant la déclaration de Newton citée à la p. 435 qui précède de 1726 dans la troisième édition des „Principia”. Mais le fait que la pesanteur ne lui paraissait pas „inherente” puisque son intensité est variable, ne décidait évidemment pas la question de savoir si la pesanteur est telle qu'elle est „par une loi immédiate du Créateur” ou bien „par une cause mécanique”.

⁵⁾ Note 49 de la p. 440 qui précède.

⁶⁾ Lettre du 12 janvier 1693, T. X, p. 384.

⁷⁾ Comparez sur ce mouvement les p. 63—65 qui précèdent.

Newton⁸⁾ par l'attraction exercée par la lune et le soleil sur une mince partie de la terre sphéroïdale, savoir l'espèce d'anneau ou enveloppe qui reste lorsqu'on enlève en esprit le noyau sphérique, concentrique avec la terre, qui la touche aux deux poles. Mais admettre cette explication, c'eût été presque reconnaître l'existence de l'attraction universelle. Nous comprenons fort bien que Huygens ait choisi une expression vague. Quant à nous, ne connaissant pas d'autre explication digne de ce nom que celle de Newton, nous nous voyons forcés, comme tout-le-monde, d'admettre sa supériorité⁹⁾.

La correspondance de Huygens avec Leibniz, postérieure à l'édition du *Traité de la Lumière* et du *Discours* qui nous occupe, roule souvent, on vient de le voir, sur la gravitation. Il ne nous semble pas nécessaire de résumer entièrement ces lettres que le lecteur peut consulter dans nos T. IX et X. Dans le *Discours* Huygens n'avait pas fait mention de ce dont il est plusieurs fois question dans cette correspondance, savoir l'article de Leibniz du n° de février 1689 des *Acta Eruditorum*, „*Tentamen de motuum coelestium causis*”, dans lequel l'auteur s'efforce de concilier la théorie du vortex deferens avec les lois de Kepler. Malgré Huygens, et tout en reconnaissant la valeur de ses objections¹¹⁾, Leibniz resta partisan de ce grand tourbillon solaire unilatéral: le fait que toutes les planètes et tous leurs satellites (du moins ceux connus en ce temps) circulent dans le même sens lui semblait un indice de son existence.

Bientôt après l'apparition du *Discours*¹²⁾ — c'est la première fois qu'il en est fait mention dans la Correspondance — Fatio de Duillier rappela à Huygens l'avoir „quelquefois entretenu” de la théorie de la pesanteur qu'il avait „dans l'esprit depuis trois ans”. Fatio a donc sans doute causé avec lui sur ce sujet tant en 1689 à Londres que déjà en 1687 à la Haye. C'est seulement après le départ de Huygens de Londres que Fatio dit avoir „entièrement débrouillé” sa théorie. Huygens n'avait donc certes aucune raison pour en faire mention dans son livre. Plus tard aussi il n'a jamais manifesté aucune sympathie pour cette théorie qui consiste — comme celle de Lefage qui s'est inspiré des idées de Fatio¹³⁾ — à admettre qu'il existe partout des particules matérielles qui „aient leurs mouvemens en ligne droite fort libres et qu'ainsi le monde ne contienne que tres peu de matiere”, particules qui „perdent quelque chose de leur

⁸⁾ Principia, Lib. III, Prop. XXXIX. Prob. XIX „*Invenire Præcessionem Aequinoctiorum*”.

⁹⁾ Ce qui veut évidemment dire qu'à notre avis comme à celui de tout-le-monde la loi de Newton est ou bien entièrement exacte ou *qu'il s'en faut de bien peu*: voyez sur ce dernier sujet la p. 660 du T. XVIII.

¹⁰⁾ Qui, soit dit en passant, ne connaissait alors les „Principia” de Newton que par l'extrait qui en avait été publié dans les *Acta Eruditorum* de juin 1688.

¹¹⁾ Voyez la p. 368 (texte et note 10) du T. IX.

¹²⁾ T. IX, p. 384, lettre du 6 mars 1690.

¹³⁾ Consultez la note de la p. 391 du T. IX.

mouvement quand elles tombent directement sur un corps grossier et à proportion dans les autres cas". Attendu que tout corps, quelque petit qu'il soit, fait écran à tout autre corps, il en résulte suivant cette théorie une attraction universelle apparente. Disant en 1694 — passage cité plus haut — que Newton était encore indécis entre deux conceptions de la gravité, dont l'une était qu'elle serait produite par une cause mécanique, Fatio entendait dire, ou plutôt il disait expressis verbis, que cette explication mécanique était la sienne. Nous ne trouvons cependant pas que Newton lui-même ait jamais dit approuver cette théorie. Ce qui est certain c'est que Fatio, dans la lettre en question, mentionne également Huygens comme „à présent persuadé" qu'une objection qu'il avait faite contre cette théorie ¹⁴⁾ „s'évanouit entièrement quand on l'examine avec exactitude" sans qu'en réalité Huygens ait laissé tomber son objection ¹⁵⁾. Il n'y a donc aucune raison pour nous étendre davantage sur cette théorie, dont il est question en bien des endroits de nos T. IX et X. Nous nous bornons à la remarque historique que le manuscrit sur ce sujet montré par Fatio à Huygens au commencement de 1691 ¹⁶⁾ et qui dans la correspondance, tant par Fatio que par Huygens, est considéré comme perdu ¹⁷⁾, existe encore aujourd'hui à Genève. Une reproduction de la dernière page avec la souscription de Huygens „veu a la Haye ce 29 Jan. 1691" ¹⁸⁾ se trouve chez E. Fueter ¹⁹⁾. Mais la voix de Fatio ²⁰⁾ semble bien être restée — comme celle de Lefage plus tard — une „vox clamantis in deserto" ²¹⁾. Les tourbillons de matière fine, sous une forme ou sous une autre, ont eu encore au dix-huitième siècle bien plus de succès que ses particules à lui ²²⁾.

¹⁴⁾ Savoir l'accumulation incessante de la matière céleste auprès de la terre (et ailleurs) qui en résulterait.

¹⁵⁾ Voyez la note 13 de la p. 608 du T. X.

¹⁶⁾ T. X, p. 257, lettre de Fatio à Huygens du 15 février 1692.

¹⁷⁾ T. X, p. 257-271, 609.

¹⁸⁾ Il n'est donc pas exact que le séjour de Fatio en Hollande commença en *mars* 1691 (note 3 de la p. 257 du T. X), ou en *février* 1691, comme nous l'avons dit à la p. 396 du T. XX: il était déjà à la Haye à la fin de *janvier*. — Le manuscrit a également été „seen" par Newton et Halley.

Nous ajoutons que le manuscrit en question (qui est rentré en possession de Fatio, puisqu'on y trouve des notes de sa main datant de plus tard) n'est, semble-t-il, pas absolument identique avec celui publié par K. Bopp dans ses „Drei Untersuchungen zur Geschichte der Mathematik" de 1929 (W. de Gruyter, Berlin).

¹⁹⁾ Ouvrage de 1941 mentionné à la p. 312 qui précède.

²⁰⁾ Voyez encore sur un traité en vers de Fatio de 1729—1730 la note 9 de la p. 410 du T. IX.

²¹⁾ Voyez cependant le „Vorwort des Uebersetzers" de 1893 de R. Mewes dans son édition du Discours de Huygens (p. 441 qui précède) et les §§ 30—33 („Aetherstösse") de l'article „Gravitation" de 1904 de J. Zerneck du T. V de l'„Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften mit Einschluss ihrer Anwendungen", Leipzig, Teubner, 1903—1921.

²²⁾ A la p. 645 du T. XIX nous avons déjà renvoyé le lecteur au sujet de l'histoire des tourbillons à „L'introduction des théories de Newton en France au XVIII^e siècle" de 1931 de P. Brunet.

Dans le Discours Huygens semble attribuer la forme sphérique de la terre et des autres corps célestes aux mouvements tourbillonnaires du dehors. En effet, après avoir parlé (p. 160) de „la cause qui pousse les corps . . . à descendre vers la Terre”, il ajoute: „Il y avoit long temps que je m'estois imaginé, que la figure sphérique du soleil pouvoit estre produite de mesme que celle qui, selon moy, produit la sphericité de la terre; mais je n'avois point etendu l'action de la pesanteur à de si grandes distances . . . etc.”²³). Si c'est bien là son opinion, il faut remarquer qu'il s'est dédit plus tard; lorsque Leibniz lui écrit en avril 1692²⁴): „il y a bien de l'apparence que la pesanteur vient de la même cause qui a rendu la terre ronde, et qui arrondit les gouttes, c'est à dire du mouvement circulaire de l'ambient en tout sens”, il répond trouver „plus vraisemblable que la rondeur des gouttes viene du mouvement rapide de quelque matiere qui circule au dedans²⁵)”. Il avait déjà écrit à Papin²⁶), ce qu'il répète dans une lettre ultérieure à Leibniz, que c'est une erreur de croire qu'une pression uniforme exercée du dehors peut arrondir un objet. Lorsque Leibniz lui demande pour quelle raison il croit à la circulation rapide à l'intérieur, il ne répond autre chose sinon qu'il n'y a pas lieu de recourir, pour expliquer les arrondissements, à une circulation extérieure²⁷). Apparemment suivant Huygens, en rejetant cette dernière, il faut nécessairement accepter la première, puisque tout mouvement doit provenir d'un autre mouvement, ce qui lui paraît trop certain pour qu'il soit nécessaire de le dire expressément en toute occasion.

Sans doute dans le Discours Huygens considérait aussi le mouvement tourbillonnaire à l'intérieur de la terre. Il y disait (p. 159) regarder comme fort vraisemblable que ce mouvement est tel que la pesanteur qui en résulte est partout la même²⁸). Mais il ne faisait pas ressortir le pouvoir arrondissant *spécial* d'une pareille circulation interne. Il est vrai qu'il avait écrit déjà en 1659: „materia subtilis in guttis circumagitur quæ facit ut rotundæ sunt”, tandis que Descartes dans ses „Meteores”

²³) Comparez ce qu'on lit à la p. 35v du portefeuille L: Comme la rondeur de la Terre a esté causée dans nostre hypothèse par le mouvement circulaire et tres rapide en tous sens d'une matiere tres subtile et fluide qui chasse les corps qui ont moins de mouvement vers le centre, il semble que de mesme le globe du soleil a pu estre produit dans le grand espace qui comprend toutes les planetes, et peutestre encore une grande estendue au de la.

²⁴) T. X, p. 284.

²⁵) T. X, p. 297.

²⁶) T. IX, p. 485, lettre du 2 septembre 1690.

²⁷) T. X, p. 317, 321, 384—385.

²⁸) À Papin qui fait une objection il répond qu'il (H.) aurait mieux fait d'écrire simplement *vraisemblable* (lettre du 2 septembre 1690, T. IX, p. 484).

avait parlé à ce propos du tournoiement de la matière subtile tant en dedans qu'en dehors des gouttes: voyez la p. 474 de notre T. XVII.

Non seulement faut-il suivant Huygens que tout mouvement provienne d'un autre mouvement, mais encore que ce qui se meut, c. à. d. l'atome, soit dépourvu de qualités inhérentes. Il faut pourtant que l'atome soit non seulement de forme déterminée, mais encore incassable et infiniment dur et qu'il fasse ressort. Ne sont-ce pas là des qualités? Tant Papin que Leibniz le prétendent; le premier dit ²⁹⁾ qu'il lui „fait de la peine” que Huygens croit „que la dureté parfaite est de l'essence du corps: il me semble que c'est là supposer une qualité inhérente qui nous éloigne des Principes Mathématiques ou Mécaniques”; le second ³⁰⁾ a de „la peine à comprendre la raison d'une telle infrangibilité” et pense „que pour cet effect il faudroit avoir recours à une espèce de miracle perpetuel”. Mais Huygens ne peut faire ici aucune concession ³¹⁾; tout son système est en jeu.

Sur la partie purement mathématique du Discours, nous observons qu'il est souvent question, dans la correspondance ultérieure avec Leibniz, du mouvement d'un objet, ou plutôt d'un point matériel, éprouvant une résistance proportionnelle soit à sa vitesse soit au carré de sa vitesse. Leibniz reconnut, à la suite de l'observation de Huygens de la p. 175 du Discours, qu'il s'était trompé dans son article de janvier 1689 ³²⁾ en admettant que dans ce deuxième cas on peut, comme dans le premier, considérer séparément le mouvement vertical et le mouvement horizontal, et trouver ensuite le véritable mouvement par la composition de ces deux ³³⁾. La question suivante avait été discutée par Huygens à Londres lorsqu'il visita Newton: est-ce que la courbe du jet, dans le cas de la résistance proportionnelle au carré de la vitesse, possède une asymptote? Newton l'affirmait, mais Huygens paraît être resté en doute ³⁴⁾. L'équa-

²⁹⁾ Lettre du 18 juin 1690, T. IX, p. 429.

³⁰⁾ Lettre du 11 avril 1692, T. X, p. 286.

³¹⁾ Réponse à la lettre de Leibniz (T. X, p. 300): „L'hypothèse de la dureté infinie me paroît . . . très nécessaire [nous avons cité ce passage aussi à la p. 325 du T. XIX], et je ne conçois pas pourquoy vous la trouvez si estrange, et comme qui infereroit un continuel miracle”. Au sujet de Papin Huygens écrivait (T. X, p. 298): „Il est de ceux qui veulent avec Mr. des Cartes que l'Essence du corps consiste dans la seule etendue”. Voyez sur ce dernier sujet la p. 325 du T. XIX, ainsi que la p. 473 qui précède.

³²⁾ „Schediasma de resistentia Medii etc.” mentionné pour la première fois à la p. 367 du T. IX.

³³⁾ Lettre de Leibniz à Huygens du 2 mars 1691 (T. X, p. 50). Voyez sur ce sujet les p. 425—426 qui précèdent.

³⁴⁾ Voyez la note 5 de la p. 326, ainsi que les p. 330 et 358, du T. IX.

tion de la courbe ne fut déterminée qu'en 1719 par Jean Bernoulli ³⁵). Elle possède en effet une asymptote ³⁶).

Ayant trouvé dans le livre de Huygens „plusieurs propriétés de la ligne logarithmique ou logistiquie”, le Marquis de l'Hôpital ouvrit en juillet 1692 ³⁷) l'importante correspondance sur des sujets mathématiques dont nous avons parlé à la p. 487 du T. XX.

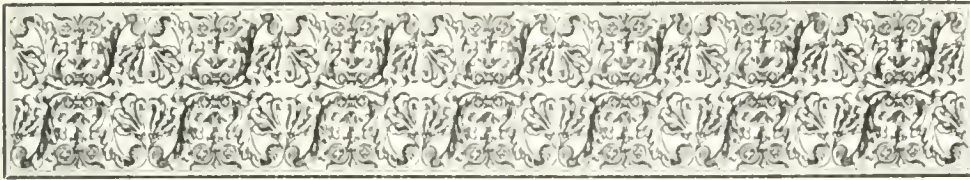
³⁵) L'article de Bernoulli, qui ne donne pas la démonstration de ses formules, parut dans la livraison de mai 1719 des „Acta Eruditorum”. C'est le N° CXIII du T. II de 1742 de ses „Opera omnia” (Lausanne et Genève, M. M. Bousquet). Il est intitulé „Johannis Bernoulli responsio ad nonneminis [il s'agit de John Keill, compatriote de Newton] provocationem, ejusque solutio questionis ipsi ab eodem propositae de invenienda linea curva quam describit projectile in medio resistente”. L'auteur y considère le cas d'une résistance proportionnelle à une puissance quelconque de la vitesse et en donne la solution „suppositis quadraturis”. Son article ne contient pas de figure pour le cas de la deuxième puissance ou de puissances plus élevées et il ne s'intéresse pas à la question de l'asymptote.

Mais il donne une construction simple pour le cas d'une résistance proportionnelle à la première puissance de la vitesse, donc à la vitesse elle-même, et dit à bon droit: „Hæc constructio faciliior est, & simplicior, quam Hugeniiana, exposita sine demonstratione in *Libro de causa gravitatis*, pag. 171. & multo adhuc simplicior quam *Newtoniana*, vide *Princip. Phil. Nat. Lib. 2. Prob. 4.* quæ cum sit valde perplexa & operosa, ex illa haud facile patet curvam quæsitam esse posse logarithmicam aut ex ea posse construi”.

³⁶) A. M. Legendre „Exercices de calcul intégral sur diverses ordres de transcendentes et sur les quadratures” (Paris, V^e Courcier), p. 330—339 du T. I de 1811: „Application de la méthode précédente au calcul de la trajectoire d'un projectile”.

³⁷) T. X, p. 304.

LA RELATIVITÉ DU MOUVEMENT ET LA
NON-EXISTENCE D'UN ESPACE ABSOLU.



Avertissement.

Il a déjà été question de ce sujet dans le § 1 de la Pièce qui précède „Observations sur quelques passages des Principia de Newton” à laquelle nous avons donné la date 1689. Une grande partie des Pièces sur la relativité du mouvement date cependant sans doute d’après l’apparition, en 1690, du Discours de la Cause de la Pesanteur, puisque — voyez les p. 197—198 du T. XVI — Huygens dit en 1694 n’avoir trouvé que depuis deux ou trois ans le sentiment qui lui paraît plus véritable que celui de Newton.

Chronologiquement, la plupart de ces Pièces devraient être publiées ici ¹⁾. Elles ont toutefois déjà trouvé leur place dans le T. XVI. C’est donc à ce Tome-là que nous renvoyons le lecteur et nous ne voyons pas de raison pour répéter ici nos considérations de 1928 et des années suivantes: on peut les trouver aux p. 27, 189—200 et 246—259 du T. XVI ainsi que dans les notes que nous avons ajoutées dans le même Tome aux dites Pièces, ensuite dans le T. XVIII ²⁾, e.a. aux p. 657—661, et dans l’article de 1934 „De relativiteit der beweging volgens Chr. Huygens” ³⁾.

Il résulte de ces considérations que quoique Huygens n’admette en aucun cas le mouvement absolu par rapport à un espace immobile et dont chaque partie confè-

¹⁾ Ou même un peu plus loin dans le présent Tome.

²⁾ Consultez la Table des Matières traitées à la p. 697 du T. XVIII.

³⁾ Mentionné à la p. 693 du T. XVIII ainsi qu’à la p. 880 du présent Tome.

verait son individualité ou identité comme il en est suivant lui des atomes matériels discontinus, le mouvement de rotation a pourtant pour lui, comme pour Newton, un caractère que nous pouvons appeler absolu, bien qu'il ne se serve pas de cette expression : la vitesse de rotation peut être déterminée par la grandeur mesurable de la force centrifuge. On a vu dans les Pièces „Confidérations sur la Forme de la Terre” et „Confidérations ultérieures sur la Forme de la Terre” qui, il est vrai, datent de 1686—1687, que ce qui produit la forme sphéroïdale aplatie de notre planète, ainsi que celle de Jupiter, ce n'est pas pour Huygens le mouvement de rotation *par rapport aux étoiles fixes*, mais le mouvement de rotation *pur et simple* qui existerait également si la Terre était dans l'espace le seul corps. Voyez ce que Huygens dit aussi plus tard — ce qui importe ici — sur le cas où „il n'y a qu'un corps qui circule”, auquel cas son „mouvement circulaire se connoit . . par la vertu centrifuge” ⁴⁾.

Comme nous l'avons observé à la p. 200 du T. XVI, nous n'avons pas cru devoir reproduire toutes les Pièces de Huygens sur la relativité du mouvement : elles sont trop pleines de répétitions. Pour que ces Pièces ne fassent pas entièrement défaut dans le présent Tome nous en avons tiré ici les deux paragraphes qui suivent. On y voit (notes 1 et 3 de la p. 507) que les Pièces du T. XVI reproduisent parfois celles de Huygens en raccourci.

Nous attirons spécialement l'attention sur le deuxième alinéa du § 2. On peut consulter sur le sujet dont il y est question, bien que Leibniz ne soit pas nommé, le deuxième alinéa de la note 8 de la p. 199 du T. XVI où nous citons le philosophe allemand disant que le „mouvement absolu véritable”, auquel il croit tout aussi bien que Newton, peut exister sans que le physicien puisse l'apercevoir, ce que Newton ne dit pas ; apparemment Leibniz veut qu'il en soit ainsi pour que la „vis”, sans pouvoir être mesurée par le physicien, puisse néanmoins être „aliquid reale et absolutum” ⁵⁾ : voyez la citation de ses paroles dans la note 45 de la p. 614 du T. X auxquelles Huygens en 1694 (T. XVI, p. 198) donne la forme „absonum esse nullum dari motum realem, sed tantum relativum”. Nous avons ajouté à la note 8 nommée

⁴⁾ P. 224 du T. XVI, Pièce IV.

⁵⁾ Consultez e.a. sur ce sujet les p. 341 et 359 du T. XVI.

la remarque que la „vis” de Leibniz qui ne se manifeste pas dans les phénomènes est tout autre chose que la „vis” de Huyghens ou de Newton. Dans la Partie „L'influence de Huyghens. Polémiques avec Huyghens” de sa brochure de 1934 „Dynamique et métaphysique leibniziennes” ⁶⁾ où il cite souvent notre T. XVI (de 1929), l'auteur, M. Gueroult ⁷⁾, écrit à ce propos: „Certains, pour commenter ce passage, ont estimé que cette *vis* qui ne se manifeste pas dans les phénomènes est tout autre chose que la force de Huyghens et de Newton et qu'il faut toujours distinguer chez Leibniz entre le point de vue du métaphysicien et celui du physicien [nous nous exprimons ainsi]. Sans doute: mais il s'agit ici non point des phénomènes en général, mais seulement des *phénomènes respectifs*. Or la *vis absoluta* en question, *causa* et *κρίτηριον* [?] du mouvement réel, n'est nullement la force au sens métaphysique du terme, mais... la *vis viva* ou *mortua*, dont il est traité en physique. Ainsi la force „absolue” est force phénoménale, c'est à dire celle-là même dont s'occupent Huyghens et Newton, quoique autrement interprétée”. C'est possible. Gueroult reconnaît cependant (p. 107) à propos des répliques de Leibniz le „mode fuyant et décevant où il excelle” [expressions de Gueroult]; ce qui rend souvent un peu hasardeuse l'interprétation de ses sentiments.

Nous avons cité l'opinion de Leibniz aussi dans le troisième alinéa de la p. 660 du T. XVIII.

Gueroult croit pouvoir ajouter ⁸⁾: „Par [l'] extension indéfinie du principe de relativité, Huyghens est d'accord avec les physiciens les plus modernes”. Il mérite toutefois d'être remarqué que Huygens — nous l'avons déjà dit plus haut — n'est apparemment pas d'avis, comme le font les partisans — faut-il dire: les nombreux partisans? — de la doctrine moderne de la relativité générale, que l'aplatissement de la Terre serait due à sa rotation par rapport à l'ensemble des autres corps célestes ou, si l'on veut, par rapport au champ gravifique (ou éther) correspondant à ces corps. Les tourbillons multilatéraux matériels assez amples qui suivant Huygens, depuis 1687 jusqu'à

⁶⁾ Publications de la Faculté des Lettres de L'université de Strasbourg. Fasc. 68, Les belles lettres, 95 Boulevard Raspail, Paris VI^e. P. 82—109.

⁷⁾ En ce temps professeur de philosophie à l'Université de Strasbourg.

⁸⁾ P. 107, note 1.

la mort, entourent les étoiles ⁹⁾ ne peuvent exercer aucune influence à de si grandes distances.

D'après le système de Huygens la terre possède apparemment une quantité déterminée de force vive en vertu de la rotation, mais elle n'en possède aucune quantité déterminée en vertu d'une translation ¹⁰⁾.

⁹⁾ Voyez la p. 437 qui précède.

¹⁰⁾ Consultez sur les deux parties de la force vive — expression dont Huygens ne se sert d'ailleurs pas; comparez la note 1 de la p. 8 du T. XIX — correspondant respectivement à la rotation d'un corps rigide autour de son centre de gravité, et à la translation de ce corps par rapport à un milieu considéré comme immobile, les p. 433—436 du T. XVIII (datant de 1693), citées aussi à la page nommée du T. XIX.

Voyez aussi sur ce sujet la note 6 de la p. 9 du T. XIX.

LA RELATIVITÉ DU MOUVEMENT ET LA NON-EXISTENCE D'UN ESPACE ABSOLU.

§ 1 ¹⁾). Si unum tantum corpus in rerum natura concipias, live in infiniti spatij extensu, an potes imaginari illud vere quiescere? Sane dices, cum spatij immoti certam partem occupat. Sunt enim et partes illius infiniti spatij immotæ. Respondeo, sunt ejus partes sed non certæ, non definitæ. Sed unde idea immoti nisi a quiete relativa corporum? cui ideæ itaque adjunctum est ut inter se quiescant. Tuum vero immotum spatium cujusnam respectu quiescit? Non igitur convenit ei idea quietis. Itaque falsa est notio spatij illius immoti quatenus immotum ²⁾). Sic plurimi è vulgo notionem habent ejus quod sursum ac deorsum dicitur; idque nec Terræ nec ullius alterius rei respectu. Et hinc olim antipodes dari non posse concludebant, quod capitibus eorum deorsum tendentibus, in terra hære non possent sed necessario deberent decidere. Hæc notio est illorum opinione evidentissima, et tamen falsa, quoniam illud sursum et deorsum relativa sunt ad centrum Terræ.

Motus circulationis est motus relativus in rectis parallelis, mutata continuè directione, et manente distantia propter vinculum.

Motus circularis in uno corpore est motus respectivus partium, manente distantia propter vinculum.

§ 2 ³⁾). At spatio illi infinito et inani neque motus neque quietis idea aut appellatio convenit. Qui vero quiescere ipsum statuunt, non alia ratione id facere videntur, quam quod animadvertunt absurdum esse si moveri dicatur, unde necessario quiescere dicendum putarunt. Cum potius cogitare debuerint nec motum nec quietem ad spatium illud omnino pertinere. Absolum igitur est si corpus vere quiescere vel moveri dicatur respectu spatij mundani, cum neque spatium hoc quiescere dici possit, neque sit in eo loci mutatio. Nulla enim est definitio aut designatio loci nisi per alia corpora. Itaque nullus est corporum motus aut quies, nisi respectu mutuo.

¹⁾ Portefeuille L, f. 10. Voyez les deux derniers alinéas de ce § aux p. 226 et 227 (Pièce V) du T. XVI.

²⁾ Déjà Giordano Bruno appelle l'univers „uno, infinito, immobile” (T. XVI, p. 199, note 6). Voyez aussi sur lui la note 16 de la p. 351 qui précède.

³⁾ Portefeuille L, f. 20. Le début de ce § correspond, comme on voit, aux deux dernières lignes de la Pièce VII, p. 231 du T. XVI.

Volunt tamen veram illam quietem verumque motum etiam in recto ac simplici motu pergentibus differre ab ea quiete ac motu qui est ipsorum corporum inter se, neque enim, quia æstimari non possit verus motus ac quies, ideo in rerum natura non existere.

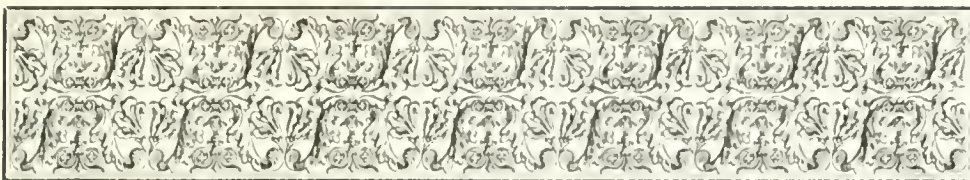
Dicent, si vera est mea opinio, consequi ut si in mundo unicum aliquod corpus tantum ponatur, illud moveri non possit. Ita est inquam, sed neque quiescere.

Il ne s'agit ici, comme dans l'alinéa précédent, que d'un mouvement de translation uniforme (motus rectus ac simplex); Huygens ajoute: de circulariter motis aliter sentiunt de quibus postea videbimus. Voyez sur ce sujet la fin du § 1. Sur la question du mouvement accéléré on peut consulter les p. 518 et 659 du T. XVIII.

Il est bien connu que jusqu'ici les efforts faits pour mesurer le „motus rectus” de la terre par rapport à l'espace — ou, si l'on veut, par rapport à l'éther; voyez sur l'éther de 1900, identique, peut-on dire, avec l'espace absolu, notre Avertissement à la Descriptio Automati Planetarii — n'ont pas été couronnés de succès; c'est ce manque de succès (qui n'aurait pas surpris Leibniz, non plus que Huygens) qui a fait naître au commencement du vingtième siècle la théorie spéciale, ou restreinte, de la relativité, laquelle a été bientôt suivie par la théorie générale déjà mentionnée plus haut.



DE RATIONI IMPERVIIS.
DE GLORIA. DE MORTE.



Avertissement.

Les trois Pièces qui suivent nous paraissent trop courtes pour qu'il soit nécessaire de les résumer ou de faire des remarques sur leur contenu.

Nous nous contentons de signaler la prédilection de Huygens pour Cicéron. Dans son oeuvre fragmentaire de 1899 „De wijsbegeerte in de Nederlanden” J. P. N. Land ¹⁾ parle aussi ²⁾, sans l'approuver, de cette prédilection de certains savants néerlandais du dix-septième siècle — parmi lesquels il ne nomme pas Huygens — pour la philosophie de Cicéron après qu'on s'était détourné, ce qui d'ailleurs n'était pas un phénomène général, de celle, plus originale, d'Aristote. Bien entendu: Land parle surtout de la *logique* ³⁾. Consultez encore sur Cicéron (Land ne dit rien en cet endroit sur Cicéron en tant qu'inspiré par le philosophe grec) la note 46 de la p. 666 qui suit.

Le manuscrit K contient une collection de citations d'auteurs anciens datant sans doute, vu la régularité de l'écriture, de la jeunesse de Huygens. Elles ne peuvent donc trouver leur place ici; n'ayant pas été publiées jusqu'ici dans les Oeuvres, elles devront

¹⁾ Professeur de philosophie à l'Université de Leiden. On trouvera son nom aussi dans notre T. XX. Il laissa en mourant trois chapitres d'un traité écrit en anglais sous le titre „Philosophy in the Low Countries” qui furent traduits en néerlandais par C. van Vollenhoven et auxquels C. Bellaar Spruyt joignit une biographie. Le tout publié en 1899 à la Haye chez M. Nijhoff.

²⁾ P. 115.

³⁾ Voyez encore sur la logique d'Aristote la p. 566 qui suit, ainsi que la p. 63 qui précède où, il est vrai, il est plutôt question de pédagogie scolastique.

figurer parmi les „Varia”, mais nous croyons devoir mentionner dès maintenant que la première citation est de Cicéron et se rapporte à la gloire :

„Quid nostri Philosophi ? nomme in his ipsis libris quos scribunt de contemnenda gloria sua nomina inscribunt”. Cic. Tusc. qu. Lib. 1 ⁴⁾).



⁴⁾ „Tusculanæ Disputationes”, Livre I, § 34.

DE RATIONI IMPERVIJS ¹⁾.

En marge: De verifimilibus. De incertis ²⁾.

[1690]

§ 1. Esse præstantem aliquam æternamque naturam, et eam fufpiciendam admirandamque hominum generi ordo rerum coelestium, et mundi totius pulchritudo, inquit Cicero, — addo et magnitudo rerum coelestium, artificiofaque animalium fabrica et per generationem propagatio — cogit confiteri ³⁾. Item mentis humanæ intelligentia, et voluptatis fenfus tam animi quam corporis. Vide Ciceronem in fine lib. 2 de divinatione. Nam ut vere loquamur &c. ⁴⁾.

§ 2. De spatij mundani infinitudine ⁵⁾. De temporis infinitudine ⁶⁾. Numerus stellarum quantus scriberetur, tot figuris quot arenæ grana terræ globus caperet ⁷⁾. 6000 anni ⁸⁾ ut minimum punctum.

¹⁾ Manuscrit G, f. 33. La Pièce date peut-être non pas de 1690 mais de la fin de 1689. Les f. 31—32 contiennent les Tables des matières du Traité de la Lumière et du Discours de la Cause de la Pesanteur, et les f. 44—45 les „Experimenta circa Electrum” que nous avons dit (T. XX, p. 618) dater de la fin de 1690.

²⁾ Comparez l'adage de la p. 213 du T. XVI se rapportant aux sujets dont traite la Pièce précédente („La relativité du mouvement etc.”).

³⁾ Cicero „De Divinatione” Lib. II, cap. 72.

⁴⁾ „De Divinatione”, i.e. „Nam ut vere loquamur, superstitio fusa per gentis oppressit omnium fere animos atque hominum imbecillitatem occupavit. quod et in is libris dictum est qui sunt de natura deorum, et hac disputatione id maxime egimus. multum enim et nobismet ipsis et nostris profuturi videbamus si eam funditus sustulissemus. nec vero (id enim diligenter intellegi volo) superstitione tollenda religio tollitur. nam et maiorum instituta tueri sacris cærimoniisque retinendis sapiens est, et esse præstantem aliquam æternamque naturam . .” etc. Voyez le début du § 1, jusqu'au mot „confiteri”.

⁵⁾ Chartæ astronomicæ f. 123 v: Il faut nous defaire de cette imagination d'estre placez au milieu du monde. In coelo fumus de mesme qu'une chacune des estoiles. Il n'y a point de milieu dans l'estendue infinie.

⁶⁾ Voyez la note 10 qui suit.

⁷⁾ Comparez les §§ 9 et 59 des „Pensees meslees” qui précèdent.

⁸⁾ Ce nombre a sans doute été choisi parce qu'il peut être censé représenter le temps qui d'après la Bible s'est écoulé depuis la création de l'homme. Comparez la fin du § 5 de la p. 556 qui suit.

Chartæ astronomicæ f. 123 r: Mundus visibilis velut punctum in infinito, ita sæcula quorum memoria ad nostrum usque sunt velut momentum temporis brevissimum.

§ 3. De multiplicibus Terris vix dubitari potest quin existant ⁹⁾.

Disquisitio quid in planetis agatur aut existat. Ponamus nihilo inferiora his nostris rebus illis haberi. qualia sunt lux, visus &c. An mala etiam ut bella, scelera.

§ 4. Probabilis materiæ infinitas. Et mundi, non Terræ nostræ. Forſan ruinâ aliqua non ſemel Tellus damnum paſſa eſt, et impoſterum patietur. vel ab inteſtinis partibus quæ nobis notæ non ſunt. — Nulla illi perniciēs impendere videtur, niſi forſan ab occuſu Cometæ.

§ 5. Error gentium plerarumque fuit ut corpora humana dijs aſſingerent. Nihilo levius errant qui mentem Deo tribuunt noſtræ ſimilem, voluntatem, affectus, ſcientiam. Non enim intelligi poteſt quid ſit voluntas in Deo, nec enim nunc hoc nunc aliud velle putandus uti nos. Non irarſci, placari, ut nos. Non ſcire aut intelligere eodem modo. Non deliberare, non quærere quomodo quid efficiat.

§ 6. Quod certa ratione ſe habet, cum aliter ſe habuiſſe per naturam potuiſſet, non eſſe ab æterno. Habet enim cauſam cur potius tale ſit, ergo aliquando non fuit. Hinc nihil tale Deo convenire poteſt.

§ 7. Ratio invenire nequit quo modo homines cæteraque animalia extiterint.

§ 8. Ab æterno creavit Deus ¹⁰⁾. ſed creata quædam interire et diſſolvi poſſunt.

§ 9. Probabile mundum omnem et genus humanum ita eſſe creata ut Dei opera particulari poſtmodum non indigeant. quemadmodum machina a perito artifice. Ita ſyderum motus, ita terræ. quidni et animalia et homines. Nemo putat opinor cum pluit cum tonat cum ædes corruunt, data opera iſta a Deo fieri, quid enim templa et rupes fulmine ferit. An dicent credo, conſilio atque opera peculiari Dei fieri ſi domus corruens aliquem opprimat, ſi neminem, tunc caſu concidere? At quam ſæpe et innoxios ſic perire videmus.

⁹⁾ Comparez le dernier § des „Pensees meſlees”.

¹⁰⁾ Chartæ aſtronomiæ f. 123 r: Quand il eſt dit qu’au commencement Dieu créa le ciel et la terre, il faut entendre ce commencement a l’égard de ce qu’il crea et du genre humain, car Dieu eſt de toute eternité et le temps par conſéquent.

§ 10. Hominum cogitationes actionesque omnes necessitate quadam alias alijs succedere ut in machinis, et si quisque sibi plenam esse et cogitandi et agendi libertatem existimet. En marge: sæpe videmus alio auferri cogitationes quam quo voluntas direxerat ¹¹⁾).

Omnia itaque quæ contigerunt, quæque contingunt, non potuisse quin ita fierent.

Hoc remedium optimum nequid rerum peractarum poeniteat, aut male habeat, aut imprudenter gestum dolorem ingerat, quo tamen a rebus agendis, cavendoque damno, nequaquam averti debemus nec abstinere a puniendis malis. nam ut illi necessario mali ita et necessaria mali poena et extirpatio. Sic serpentes et culices occidere licet. Cum omnia sic a Deo sint ordinata et perfecta, ut solo motu et agitatione corporum in corpora inque animas hominum — si quid eæ habent incorporei ¹²⁾ — ut constare et perennare mundus omnis et genus humanum possint, cumque ad conservandam societatem ac rem publicam, amorem boni ac recti, ac rursus odium mali ac sceleris ingeneraverit, nunquid non solum à cura rerum singularum immunem sese Deus præstitit, sed et a futuri notitia? Nam si ea sapientia ac providentia totius mundi res ordinavit ut postea occurſu vario et motu corporum et atomorum omnia peragerentur, an dicemus etiam infinitos istos occurſus et reflexiones corpusculorum in antecessum Deo exploratos fuisse singulos? An prænoscere casus et eventa homunculorum dignum Deo, in ista mundorum immensa multitudine? an hoc tantum curasse ac providisse ut summa rerum salva esset, bonaque malis semper prævalerent universè, non autem in casibus omnibus sigillatim. Certe enim ita cum rebus humanis agi videmus, sæpe indigna pati optimos quosque; occidere immerentes, idque casu per sæpe, nec ratione ulla quare id fiat apparente. Frequentius tamen plecti sceleratos, puniri improbos, vel legum vindicta vel conscientiae torminibus.

§ 11. Quantum igitur aberit ut astrologi, vates, augures futura provideant, quam nihil omnibus somnijs movebimur, quam secure denique rerum eventus expectabimus, necessitate astrictos, nemini præcognitos, à nemine præfixos.

§ 12. Mirum et impervestigabile unde idea voluptatis.

Qui hanc potuit invenire et impertire animantibus ac præcipuè homini, quanta quamque infinita ipse frui debet.

§ 13. An naturæ legibus corpora ferri et moveri finat, quod in omnibus quæ vide-

¹¹⁾ On pourrait répondre: sæpe cogitationes eo vadunt quo voluntas eas direxit. Comparez la note 44 de la p. 665 qui suit.

¹²⁾ Voyez sur ce sujet la note 2 de la p. 522 qui suit.

mus ita esse constat: an nonnunquam manum admoveat ¹³⁾, quod ex auxilio sapie præstito apparere dicent ex historijs. Sed quot sunt qui innocentes indigne perierunt!

§ 14. Non sunt hæc tanta mala quæ generi humano evenire posse prævidit. Quippe maximam partem leviora morte, quæ nihil mali habet. Dedit vero et sapientiam et animi magnitudinem quibus quæ cavere non possumus perferre et contemnere possumus.

§ 15. Ratione consequi non possumus quem in finem res tantas Deus molitus sit, et fortasse continue moliatur ¹⁴⁾. Nunquid enim delectatur opera sua contemplans, ut homines ingeniosi cum artificiose machinam quampiam fabricarunt? Quorsum animalia noxia, culices, pulices, certe non hominum gratia. Cur piscium genus sui similibus vescitur. Cur leones et lupi, infirmioribus ex genere animantium? Nunquid hac ratione se ipsam non destruit rerum natura?

Cum tam artificiose atque ordinate animalium corpora creata sint, mirandum videtur Terrarum mariumque tractus prorsus esse inordinatos ac velut fortuito exortos.

¹³⁾ Comparez sur ce sujet le début du § 9 qui précède.

¹⁴⁾ Nous avons déjà dit à la p. 436 qui précède que, d'après les idées de Huygens, il faut, lorsqu'on ne considère que la formation de la terre et de ses habitants, parler d'une création plutôt que de la création: tandis que, suivant Huygens, dans notre système planétaire la création paraît être terminée, il est fort possible d'après lui qu'ailleurs il n'en soit pas ainsi.

DE GLORIA ¹⁾.

§ 1. Ad conservationem vitæ animantium datus illis doloris sensus ad omnes membrorum partes diditus, item præcipitiorum metus, pascendi voluptas. Hominibus vero præter ista interitus averlatio, mortis horror, vivendi cupido. nec ulla religio suis promissis de futura vita hoc obtinere potuit, ut propterea vitam homines libenter depouant, imò ut non metuant mortem præter paucos qui supernaturali entusiasmo aguntur. Cæteri omnes vivere cupiunt, atque etiam sine fine.

Hinc cogitatio prima de animæ immortalitate: noluerunt enim prorsus extinguï posse. Hinc nominis post mortem producendi desiderium; nam et hoc modo videntur sibi parte sui aliqua superstites esse. Idque adeo ut vel scelere aliquo famam sui relinquere quidam voluerint potius quam perpetua oblivione sepeliri. Plurimi vero ex impostura, ut Chymici ac Ciniffones ²⁾ qui sibi auri consciendi artem et panaceam cognitam fuisse credi volunt. Famæ autem et gloriæ sempiternæ cupido ab eo tempore plurimum increvit quo literarum et historiæ condendæ inventa est ratio. Antea enim non potuit videri operæ pretium, ut multo labore brevem laudem, et suo filiorumque aut nepotum avo tantum duraturam, mererentur. Unde et apud barbaras gentes literarum usu carentes nulla aut exigua gloriæ affectatio.

§ 2. Omnibus inest natura ut laudari ament.

Aliquibus data imperandi cupido, eoque et animi robur et in periculis constantia. Hi gloriam consequuntur si bene imperent. non si multis et malè.

Optimis hoc datum ut alijs quam multis aut certe melioribus prodesse velint, ut utilium artium inventores.

Vera gloria non nisi ex beneficio. Hinc non debetur ei qui subtilitate ingenij se præstare ostenderit, nisi subtilitate illa boni quid effecerit. Ita frustra quis quæstionibus ac problematis subtilibus sed inutilibus ingenium ac tempus impendit, nisi quatenus ejus scientiæ peritiam sibi contigisse declarat ejus in rebus alijs cognita sit utilitas.

En marge: Celebris fama meritorum, Ciceronis Oratio pro Marcello ³⁾.

¹⁾ Manuscrit G, f. 33—34. Comparez la note 1 de la p. 513.

²⁾ Voyez la note 11 de la p. 666 du T. XVIII.

³⁾ Dans ce Discours Cicéron vante les victoires de César, mais il ajoute: „sed tamen sunt alia maiora . . . nunc certe pertinet esse te talem, ut tuas laudes obscuratura nulla unquam sit oblivio” (§§ 2 et 9).

§ 3. Sunt qui felices post mortem prædicentur quod memoria illorum vel scriptis egregiorum authorum vel positis statuis celebretur, vel emanatione ac perpetuitate sectæ ab ipsis institutæ. Ita Achilles Alexandro, quod ab Homero caneretur. felix dicebatur ⁴⁾. Ita Erastus felix ob statuam publicè erectam ⁵⁾. Ita Pythagoras, Epicurus, Mahometus, alijque sequacibus suis quod auctores sectarum permanentium.

Hæc vero hætenus tantum ad felicitatem eorum pertinent, si futura cognoverint, vel præviderint vel certe præsumserint.

Adponendum esset J. Cæsaris felicitati si egregie a se gestorum memoriam eo valituram prævidisset ut mutato Reipublicæ statu, in Cæsarum serie primus poneretur omnibusque nomen suum, continua 1600 annorum successione, relinqueret. At ille haudquaquam scivit utrum hoc post obitum suum honore afficiendus esset, an ut tyrannus in Tyberim trahendus, omnisque memoria sua delenda detestandaque foret; imò hoc potius ultimo suæ vitæ momento existimare debuit cum in Senatu a præcipuis Romanorum interficeretur. Viventis vero felicitas hæc fuit ut gestorum suorum memoriam historijs omnibus celebratum iri non dubitaret, cum multarum virtutum suarum mentione, atque etiam commentariorum libros, quos de rebus suis scripserat, venturis sæculis victuros.

§ 4. Si quis de Gloria scribat ac recte hoc argumentum tractet — quod fortasse fecit Cicero in eo libro qui intercedit ⁶⁾ — nihil fieri posset utilius, neque ad salutem hominum conducibilius. Quantum enim mali toto orbe, quæ bella quæ cædes ex ambitione principum? qui quid gloria vera sit ignorant fere, imaginem atque umbram ejus pro ipsa amplectuntur.

Pleraque a Principibus hujus impulsu geri.

Quid falsa gloria docendum. rationibus et exemplis.

Item quæ vera: an late imperare, an magnificentia, vel quatenus. an divitiæ.

Quid inter famam et gloriam intersit et honorem.

Quod gloria post mortem tantum viventem delectat præsumptione futuri.

§ 5. De infinitate sæculorum post futurorum, ad quæ memoria non perveniet.

§ 6. Ad verum exhortatio; et in quibus consistat.

De Regum et principum gloria. & Inventorum qui utilia protulerunt.

⁴⁾ C'est ce que raconte Plutarque dans le 15^{ème} chapitre de sa Vie d'Alexandre.

⁵⁾ À Rotterdam, sa ville natale.

⁶⁾ Cicéron fait mention de son ouvrage en deux livres „De gloria” dans le cap. 9 du Livre II de son traité „De officiis”. On peut trouver l’„Argumentum” et divers fragments du traité „De gloria” dans „M. T. Ciceronis Opera quæ supersunt omnia ac deperditorum fragmenta” ed. Io. Casp. Orellius, Vol. IV, Pars II, Turini, 1828.

§ 7. An liceat ambire et aucupari gloriam. Meritæ laudis sibi conscius potest, imo debet studere ut eam consequatur. Sed non ita ut se ipso iudice eam sibi arrogare videatur (en marge: bonos secum habeat qui sint actorum testes. egregia ingenia foveat ut habeat suarum, si quæ sunt, virtutum præcones. quanquam non ita ut stipendiarios habeat encomistas; hoc enim omnem fidem laudationibus eorum adimit. unde vix tolerandum ut sibi vivo hæc celebratio nomini ingeratur). præcipuam si talia quæ vix ab alijs speranda.

§ 8. Magna nec ingenijs investigata priorum 7).

§ 9. De gloria eorum quorum vix quicquam nisi nomen et scripta supersunt ut Homeri. An præoptanda ejusmodi ut omnis vita noscatur, an ut tantum laudabilia vitæ.

§ 10. De amore scriptorum erga suos libros. Exempla.

§ 11. De gloria artificum ut Apellis, Phidiæ. Minor quam Poetarum, cum tantum delectent eorum opera quanquam dici possit conservandis magnorum virorum vultibus et referendis gestis, ad laudem accendere posteros.

§ 12. Gloria est celebritas nominis, cum laude et admiratione, ob præstantiam animi vel ingenij bono publico operatam.

§ 13. Quantum referat ut late spargatur. An juvat quod ad Indos et Seres eat. Versus Ovidij: quid inquit mea refert si apud summa fidera lauder 8).

7) Métamorphoses d'Ovide, XV, 146, Les vers 60—478 traitent de Pythagore. Le v. 146 a été aussi cité aux p. 406 et 412 du T. XVI.

8) Huygens cite apparemment de mémoire. Il est bien connu que les Métamorphoses d'Ovide se terminent par les vers:

Cum volet, illa dies, quæ nil nisi corporis huius
Ius habet, incertum spatium mihi finiat ævi:
Parte tamen meliore mei super alta perennis
Astra ferar, nomenque erit indelebile nostrum . . .

En vérité, la gloire ne semblait nullement à Ovide, à cette époque de sa vie, une chose indifférente. Mais plus tard il écrit (Ex Ponto, Lib. II, VII, 47—48):

Artibus ingenuis quæsita est gloria multis;
Infelix perii dotibus ipse meis.

et (Tristia, Lib. V, VII, 37—38 et XII, 41—42):

Nec tamen, ut lauder, vigilo curamque futuri
Nominis, utilius quod latuisset, ago . . .
Non adeo est bene nunc, ut sit mihi gloria curæ.
Si liceat, nulli cognitus esse velim.

§ 14. Historicorum stultitiam principibus noxiam esse. quod illos celebrent qui plurima bella gesserunt, imperium procul extenderunt. etsi contra fas. pacificos autem, quamlibet bene imperantes, cum non tam varios multiplicisque eventus narrandos habeant, contemnant fere, quasi desides parvique animi. Cupiunt enim amplam sciendi materiam sibi præberi.

§ 15. Imo ipsi populi sic fere afficiuntur, etsi proprio suo damno plerumque discant sub ambitiosis et bellicosis principibus plurimum sibi miseriæ paratum. exactionibus. rapinis, urbium excidijs, agrorum vastitate. Attamen rebus quietis offenduntur et languent. nempe quod novitas delectationem quandam adfert, variæque narrationes et spectacula. Est enim mundus quasi fabula ⁹⁾. Ac fatendum quidem non minimam partem voluptatis hominum in ejusmodi eventorum et revolutionum vicissitudinibus percipiendis sitam esse, sic tamen, si sine suo malo id facere liceat. Dulce mari magno &c. ¹⁰⁾. Vix itaque bonis principibus esse conceditur, quod vix contemptum suorum effugiant, qui nocere plurimum solet. Deberent igitur veras virtutes et pacis bona

⁹⁾ Huygens a pu songer e.a. à l'inscription de Vondel sur l'architrave de la porte d'entrée du Nouveau Théâtre d'Amsterdam :

De weerd is een speeltooneel.
Elek speelt zijn rol en krijgt zijn deel.

C. à. d. Le monde est un théâtre, chacun joue son rôle et reçoit sa part.

Il est vrai que dans le „De Diis & Mundo” (Περὶ Θεῶν καὶ Κόσμου) de Sallustius philosophus. le contemporain et ami de l'empereur Julianus Apostata, — édition de Leo Allatius dans les „Opuscula mythologica, ethica et physica, græce et latine” (Cantabrigiæ, Hayes, 1670), dont il est d'ailleurs fort incertain si Huygens les a connus ^{*}) — la thèse qui se trouve dans le Cap. III du Lib. I „Licet enim & Mundum hunc fabulam nuncupare” (ἐξῆστι γὰρ καὶ τὸν κόσμον μῦθον εἰπεῖν) a un tout autre sens, vu le contexte. Allatius cite à bon droit Macrobius „In Somnium Scipionis [de Cicéron]” Lib. I. cap. II disant que les hommes eux-mêmes. Platon p.e.. „siquid de his assignare conantur, quæ non sermonem tantummodo. sed cogitationem quoque humanam superant. ad similitudines & exempla confugiunt”. Comparez Goethe, fin de la deuxième partie du Faust: „Alles Vergängliche ist nur ein Gleichnis”.

¹⁰⁾ Huygens cite de mémoire le début bien connu du Livre II du traité „De rerum natura” de Lucrèce:

Suave mari magno turbantibus æquora ventis
e terra magnum alterius spectare laborem;
non quia vexari quemquamst iucunda voluptas
sed quibus ipse malis careas quia cernere suave est:
suave etiam belli certamina magna tueri
per campos instructa, tua sine parte periculi etc.

^{*}) Les premières éditions d. „De Diis et Mundo” par Allatius sont de 1638 et 1639.

omnibus modis extollere historici, et philosophi potius esse quam rhetores, nec ita ordiri ut ille Omnes homines qui sese student præstare cæteris animantibus summa ope niti decet ne vitam silentio transigant veluti pecora &c. ¹¹⁾!

¹¹⁾ L'auteur cité ici par Huygens est l'historien Salluste (début de la „Catilinae conjuratio“) *). Malgré Huygens le lecteur moderne, quelque pacifiste qu'il soit, peut éprouver un certain sentiment de sympathie en lisant les vers bien connus de Longfellow („A Psalm of Life“):

In the world's broad field of battle,
In the bivouac of Life,
Be not like dumb, driven cattle!
Be a hero in the strife!

Ceci n'est d'ailleurs pas réellement en contradiction avec les vues de Huygens puisqu'il n'y est apparemment pas question de véritables „res militares“ (Salluste): le poème se termine par le couplet

Let us, then, be up and doing,
With a heart for any fate;
Still achieving, still pursuing,
Learn to labour and to wait.

*) Toutefois Salluste écrit „animalibus“ au lieu de „animantibus“ et „transigant“ au lieu de: „transigant“

DE MORTE ¹⁾).

§ 1. Non sumus quod sumus nisi quatenus memoria res præteritas cum præsentibus jungimus.

Adeo ut si reminiſcentia omnis auferatur, abſque ſpe revertendi, jam definamus eſſe quod fuimus. Neque enim quia corpus idem maneat, adeo nos manere putandi, cum ſenſus in corpore non inſit ſed in animo ²⁾).

Si itaque poſt mortem fingatur alia vita ejuſmodi, ut eorum quæ in hac vita nobis acciderunt, proſus non meminerimus, nec qui fuerimus recordemur, nihil proſecto ad nos iſta ſecunda vita, etſi æternum duratura, pertinebit.

Ergo nihil ad me, etſi tunc ingentibus bonis gaudijsque me fruiturum confidam, niſi ſimul certo ſciam adfuturam huiusce vitæ meæ recordationem.

§ 2. Sed qualium rerum quamque exilium ſere iſta eſt recordatio, ut ab hac pendeat beatitudo iſta univerſa. Quam multa ſunt quorum libenter etiam oblivifcimus! Imo hæc talia ſunt ut poetæ Lethea fluvium finxerint e quo bibentes animæ vel umbræ rerum omnium huius vitæ oblivifcerentur, ac tum demum ad ſedes beatorum pergerent. Talem igitur ſelicitatem, ſi qua iſta eſt ſelicitas, quilibet ſibi poſt obitum polliceri poteſt.

§ 3. Finge quicquid optare poteſ tibi obventurum, omnium rerum intelligentiam, colloquia cum præſtantiffimis maximisque viris vel jam deſunctis vel ſecuturis, loca amoena, voluptates omnis generis. Hæc omnia contingent vel certe æque beatus eris atque ij quibus hæc contingerent, ſublata vitæ prioris reminiſcentia.

¹⁾ Manuſcrit G, f. 34. Comparez ſur la date la note 1 de la p. 513.

²⁾ Ici l'„animus“ paraît donc être conſidéré comme quelque choſe d'incorporel, tandis que dans le § 10 de la Pièce „De rationi impervijſ“ l'„anima“ était dite n'avoir peut-être rien d'incorporel. Nous ne croyons pas qu'il faille néceſſairement en conclure que Huygens, à l'exemple d'autres penſeurs, diſtingue nettement l'„animus“ de l'„anima“. Dans la préſente Pièce auſſi il ſ'agit ſans doute d'après ſes idées de choſes „rationi impervijſ“. Comparez avec la préſente Pièce ce que le frère Conſtantyn écrit à Lodewijk Huygens dans ſa lettre du 22 mai 1670 (T. VII, p. 27) ſur les ſentiments de Chriſtian à cette époque ſur le problème de la mort. Dans ſa lettre à G. Meier de 1691 (T. X, p. 104) citée auſſi dans la note 5 de la p. 339 qui précède, Huygens écrit: in metaphyſicis nec Exiſtentiam Dei neque animæ immortalitatem unquam mihi demonſtraſſe viſum [Carteſium].

§ 4. In omni vita transigenda optima ac verissima præcipere solet Natura, in sola morte nos fallit. Minatur enim quasi magnum malum illatura, cum nihil paret valde molestum quod ita esse debuit ad conservationem generis humani et animantium reliquorum. Morbi quidem dolores sæpe magnos adferunt, quos malum esse, quis sanus negaverit. Ergo cui sine cruciatu mori contigerit, cogitet quanto infeliciores sint quibus hæc *εὐχαιστος* non conceditur ³⁾).

§ 5. Aeger corpore, ac languens, nec animo recte valet; quamobrem sui ipsius iudicio tunc dissidere debet, ac sibi dicere, quæ nunc graviora aut tristiora videantur, propter animi ægritudinem talia videri, non eadem vero apparitura bene valenti ⁴⁾. Haud dubie autem in bene temperato corpore etiam animum optime suo officio fungi.

Ceci peut être considéré comme un éloge de ceux qui s'appliquent à „bene temperare corpora”.

Velle sine immortalis esse? quidni si et corpore et animo sano et vegete frui æternum liceret, at cum certo immineat senectus, cum miseria corporis et indigna forma, amissione memoriæ et intellectus, quis ægrè ferat se vel eripi his malis, vel excedere e vita. ubi propinquant.



³⁾ Peut-être Huygens avait-il déjà le pressentiment que l'*εὐχαιστος* ne devait pas lui échoir: voyez la p. 720 du T. X.

⁴⁾ Comparez les vers latins de Huygens de 1694 que nous avons cités dans la note 1 de la p. 719 du T. X.

APPENDICE

AUX PIÈCES „DE RATIONI IMPERVIIS ETC.”¹⁾.

§ 1. Qu'il peut y avoir des espaces impenetrables de matiere solide non divisee. lesquels ne transmettront point la lumiere ni la vüe.

Qu'il peut y avoir de tout autres choses au dela de l'estendue des soleils²⁾, mais qu'alors toute cette estendue n'est que comme un point.

§ 2. Qu'il appartient a la grandeur de Dieu d'avoir fait des choses infiniment grandes. qu'il ne faut pas croire que nous puissions concevoir quelque chose de plus grand que ce que Dieu a fait. ou que nos pensees aillent au dela des effets de la providence. ni au dela du temps qu'elle a commence d'agir. Voyez sur le sens probable du mot „commencer” la note 10 de la p. 514 qui precede.

§ 3. Tout ce qui est d'une façon ayant pu estre autrement semble avoir eu une cause qui l'a fait estre tel: donc il a esté fait: donc il n'est pas de toute eternité³⁾.

Quelque chose, quelque mouvement de la matiere, a arrondi la terre, l'a fait de telle grandeur, mouvant en tant de temps au tour du soleil a telle distance.

§ 4. Rerum coelestium ordo aut amplitudo prouve bien moins la divinité que la structure de l'homme, ou seulement celle de la vue et de l'oeil, ou d'une aïse (leçon alternative: du vol) d'oiseau⁴⁾.

Il faut qu'il y ait une infinie varieté dans les creatures. partant il ne faut pas qu'elles soient egalelement excellentes ni infiniment parfaites.

§ 5. Les choses qui ont esté de toute eternité sont telles qu'elles ne scauroient estre conçues autres qu'elles ne sont. Comme l'estendue infinie de tous costez. Car l'on ne peut concevoir qu'elle soit bornee. De mesme le temps, l'on ne le peut concevoir qu'infini en avant et en arriere. L'on peut concevoir aneanti tout ce qui mesure le

¹⁾ Chartæ astronomicæ, f. 123—124 et 128—129.

²⁾ Comparez le dernier § des „Pensees meslees” qui precedent.

³⁾ Comparez le § 6 de la p. 514 qui precede.

⁴⁾ Comparez le § 3 de la p. 556 qui suit.

temps, c'est à dire tous les corps et tout le mouvement, mais nous ne pouvons nous imaginer l'aneantissement du temps ⁵⁾).

§ 6. Beaucoup de philosophes soutiennent que Dieu auroit pu créer le monde de toute éternité. Je conçois qu'ayant été créateur ab aeterno il peut avoir fait des terres et des soleils ou d'autre[s] chose[s] à nous inconnues de toute éternité, mais non pas que cette terre ou terres et soleils qui sont maintenant aient été éternellement, par la raison alleguée cy dessus que tout ce qui est et auroit pu être autrement, a eu une cause qui l'ait fait tel qu'il est, et que par conséquent, il y a eu un temps qu'il n'étoit pas tel, et ainsi point ab aeterno.

Par quelque révolution de matière toutes les étoiles ou planètes que nous voyons et un grand nombre d'autres par de là peuvent avoir été produites à la fois. Et qu'est ce là à l'égard de l'étendue infinie.

§ 7. *Des choses qui ne se peuvent comprendre par la raison humaine.*

Voyons comment quelques uns ⁶⁾ prétendent de prouver l'existence de Dieu. Ils commencent par la connoissance et certitude qu'ils ont de l'existence d'eux-mêmes, c'est à dire de ce qui pense en eux. Accordons leur cette existence.

Ils disent qu'ils ont dans leur pensée plusieurs idées de choses et entre autres l'idée d'un Être Éternel tout puissant tout sachant, infiniment intelligent, enfin tout parfait (en marge: summè intelligentis, summè potentis, et summè perfecti). Et parce que dans cette idée l'Être ou l'existence est comprise ils en concluent que cet Être existe nécessairement. Examinons ce raisonnement. Quand on dit qu'on a l'idée d'un Être Éternel, c'est la même chose que de dire qu'on conçoit qu'il y a eu quelque chose de toute éternité. Nous ne sommes encore guère avancés par là dans la connoissance de quelque chose. L'idée d'un être éternel quand bien elle seroit conclure qu'il y a un tel être, ne force pas de conclure que dans cet être il y ait ces autres attributs, mais seulement qu'il existe. Qu'est ce que d'être summè perfectum. Vult nempe perfectio-nis nomine omnia ista contineri, summe intelligens summe potens, aeternus, omnisciens, omnis veritatis ac boni fons, rerum omnium creator ⁷⁾ (pag. 5 et 9). Nous

⁵⁾ Voyez encore sur le temps la note 10 de la p. 514 qui précède.

⁶⁾ Il s'agit, comme on voit, de Descartes et des cartésiens.

⁷⁾ Comparez les paroles de Descartes citées dans la note 5 de la p. 341 qui précède. Les p. 5—9 citées sont des pages de ses „Principia Philosophiæ”. Dans l'édition de 1677 (Amsterdam, D. Elzevir) il est question à la p. 5 du „entissummè perfecti” (C. XVI), les expressions, „aeternum, omniscium, omni-potentem, omnis bonitatis veritatisque fontem, rerum omnium creatorem” (C. XXII) s'y trouvent à la p. 6. La p. 9 se termine par les mots: „Neque tamen ullo modo Deus errorum nostrorum autor fingi potest, propterea quòd nobis intellectum non dedit omniscium” (C. XXXVI).

n'avions encore rien connu si non que nous étions quelque chose, puisque nous pensions. Maintenant il faut supposer que nous connoissions nostre intelligence et que dans cette intelligence il peut y avoir divers degrez de perfection. Mais immédiatement auparavant (p. 5) il avoit dit que nous connoissions que nous n'avions aucune certaine science, devant que d'avoir reconnu l'auteur de nostre être que nous sommes après à chercher ³⁾. Nous sommes donc encore bien loin d'avoir l'idée de la parfaite intelligence. Voions aussi qu'est ce que nous pouvions entendre par somme potens. C'est de pouvoir faire et effectuer tout ce qu'on veut. Nous reconnoissions en nous un vouloir, et de là nous l'attribuons aussi à Dieu. Ainsi nous imaginons qu'il vient à Dieu la volonté de créer le monde, d'envoyer un deluge, de punir un méchant. ne considérant pas qu'il ne peut convenir à cet Être éternel et tout parfait de commencer à former des résolutions, différées jusques là, sans cause, ou que des choses contingentes le poussent à vouloir. En fin l'on verra que cette idée de pouvoir ce qu'on veut aussi bien que de savoir tout ne mettent rien en Dieu qu'à l'imitation de ce que nous sentons en nous. Pour *fons omnis veritatis ac bonitatis*, c'est une idée fort obscure, et qui demande qu'on sache auparavant ce que c'est que vérité et bonté. *Omnium rerum creator*. qu'est ce qu'on entendra icy par créer, est-ce d'avoir produit tout ce qu'il y a, depuis 4 ou 5 mille ans, ou d'avoir fait des productions depuis toute éternité, ce qui paroît une perfection plus grande que l'autre. De plus créer suppose une volonté et une délibération. le tout par rapport à ce que nous trouvons en nous.

Les païens et barbares attribuoient à Dieu un corps semblable au corps humain, les philosophes luy attribuent une âme semblable à l'âme humaine et des affections semblables aux nôtres, seulement différentes en perfection. Ils luy donnent une manière de penser, de vouloir, d'entendre, d'aimer. Que pouvoient ils faire autre chose? Avouer qu'il surpassât de bien loin l'homme d'avoir une idée de Dieu ⁴⁾.

§ 8 ¹⁰⁾. C'est une imperfection, dit des Cartes, d'être divisible; pour prouver que Dieu n'est point étendu. C'est une pauvre raison, car pourquoy est ce là une imperfection?

³⁾ Même édition des „Principia Philosophiæ”, p. 4 (C. XIII): Sed quia [mens] non potest semper ad illas [c. à. d. ad præmissas ex quibus ea (c. à. d. des propositions mathématiques) deduxit] attendere, cum postea recordatur se nondum scire, an fortè talis naturæ creata sit, ut fallatur etiam in iis, quæ ipsi evidentissima apparent, videt se meritò de talibus dubitare. nec ullam habere posse certam scientiam, priusquam suæ auctorem originis agnoverit”.

⁴⁾ Nous avons déjà publié cet alinéa plus haut: il constitue le § 1 de notre Pièce „Que penser de Dieu?”

¹⁰⁾ Le présent § 6 correspond au § 2 de la Pièce „Que penser de Dieu?”

Il est, dit il, de la nature de l'infini de ne pouvoir être compris par nous qui sommes finis. Ce ne sont que des paroles. Qu'est ce à dire que nous sommes finis? car il ne parle encore que de notre âme ou pensée. Cela ne peut rien signifier sinon que notre âme ne comprend point l'infini, et que pour cela elle ne le comprend point.

Cherchons à prouver qu'il y a un auteur somme intelligens, mais d'une intelligence tout à fait autre que la nôtre non pas par ces idées, mais par la considération des choses créées, ou il paroît tant de art et de prudence, sur tout en ce qui regarde les animaux.

§ 9. Des Cartes, p. 10 ¹¹). Ayant dit que la grandeur de l'étendue est infinie, parce que nous ne la pouvons imaginer si grande qu'elle ne le puisse être encore d'avantage, il ajoute que nous devons supposer de même le nombre des étoiles être infini. Ce sont des choses bien différentes et il n'y a point de conséquence. car l'extension (leçon alternative: l'étendue) se conçoit clairement et nécessairement être infinie, et ainsi infini en cela est de la même signification qu'infini. Mais il n'en est pas de même de la multitude des étoiles que l'on peut fort bien concevoir être comprise dans certain nombre. Et partant elle peut être finie, et son nombre infini ne peut signifier ici que inconnu, si ce n'est qu'il veuille qu'en effet leur nombre soit infiniment grand ¹²). Il est vrai que rien ne repugne que je sache que leur multitude ne soit infinie, par ce qu'on n'en sauroit poser un si grand nombre qu'on n'en puisse encore recevoir d'avantage dans l'étendue infinie, mais ceci ne prouve pas cette infinie multitude d'étoiles.

Le doute fait peine à l'esprit. c'est pourquoi tout le monde se range volontiers à l'opinion de ceux qui prétendent avoir trouvé la certitude. jusques là qu'ils aiment mieux les suivre en se laissant abuser.

Il ne faut pas croire sans qu'on ait raison de croire; autrement que ne croit on les fables et les comptes des vieilles, et pourquoi les Turcs n'ont ils point raison de croire à l'Alcoran? ¹³)

¹¹) Dans l'édition de 1677 des „Principia Philosophiæ” (comparez la note 7) c'est à la p. 7 (C. XXVI) qu'on lit: „Nos autem illa omnia, in quibus sub aliqua consideratione nullum finem poterimus invenire, non quidem affirmabimus esse infinita, sed ut indefinita spectabimus... Et quia non potest fingi tantus stellarum numerus, quin plures adhuc à Deo creari potuisse credamus, illarum etiam numerum indefinitum supponemus; atque ita de reliquis”.

¹²) C'est ce que Descartes n'affirme pas. C. XXVII: „Hæcque indefinita dicemus potius quam infinita (tant pour une autre raison que) quia non... positivè intelligimus, alias res (c. à. d. autres que Dieu) aliqua ex parte limitibus carere, sed negativè tantum eorum limites, si quos habeant, inveniri à nobis non posse confitemur”.

¹³) Ces deux derniers alinéas (qui dans le manuscrit suivent immédiatement l'alinéa qui les précède ici) constituent le § 3 de notre Pièce „Que penser de Dieu?”

§ 10. C'est une étrange chose que l'idée du plaisir, et du sentiment que nous en avons tant de celui de l'esprit que de celui du corps, qui revient aussi à l'esprit. La divinité qui a fait ce don aux hommes et aux animaux, doit être en possession d'un plaisir infiniment plus grand et à nous inconcevable.

Il est vrai que personne ne s'est encore avisé de mettre cela parmi les attributs de la divinité, si ce n'est peut être les Epicuriens, mais ils n'en parloient pas sérieusement ¹⁴⁾.

§ 11. Sans la mémoire, il n'y a point de raisonnement mais du sentiment corporel fort bien. Supposé un oubli entier de tout le passé, et qui soit pour jamais, je ne vois pas que l'âme continue à exister. ni que ce qui lui arriveroit après cela, me concerne moy qui suis à présent ¹⁵⁾. C'est autre chose quand le souvenir doit revenir comme après une défaillance ou un profond sommeil.

C'est donc la même chose de s'imaginer que nous ne ferons rien après la mort, ou de se promettre des plaisirs éternels mais sans le souvenir de ce que nous aurions été et de ce qui nous seroit arrivé dans cette vie. Donc sans ce souvenir il n'y peut avoir de béatitude pour nous, parce qu'alors ce n'est plus nous. Ni aussi par conséquent de misère ¹⁵⁾.

Si j'étois donc assuré que je serois roué mais que je perdrois auparavant la mémoire est ce que la douleur de ce supplice ne seroit rien à mon égard ni à compter pour un mal? Je croy que non, et que ce seroit la même chose comme si une autre âme devoit alors habiter mon corps.

Opinion discutable. Le subconscient — terme dont on ne se servait pas encore aux jours de Huygens — ne fait-il pas partie intégrante de notre personnalité, de sorte que celle-ci peut subsister même dans le cas où la mémoire vient à faire entièrement défaut?

Comparez sur ce sujet la citation du traité „De anima” d'Aristote à la p. 563 qui suit.

§ 12. Nous n'avons pas la liberté de penser et de vouloir comme nous nous imaginons, mais toutes nos pensées sont enchaînées et vont nécessairement de l'une à l'autre quoy qu'il nous semble que nous en disposons absolument. Elles vont leur train sinon que des objets nouveaux les détournent et font prendre d'autres routes ¹⁶⁾.

¹⁴⁾ Comparez le § 12 de la p. 512 qui précède. Nous publions ces deux alinéas de nouveau dans l'Appendice II aux „Réflexions sur la probabilité de nos conclusions etc.”

¹⁵⁾ Comparez le § 1 de la p. 522 qui précède.

¹⁶⁾ Comparez le § 10 de la p. 515 qui précède et la p. 662 qui suit.

RÉFLEXIONS SUR LA PROBABILITÉ DE NOS
CONCLUSIONS ET DISCUSSION DE LA
QUESTION DE L'EXISTENCE D'ÊTRES
VIVANTS SUR LES AUTRES
PLANÈTES.



Avertissement.

Descartes désireux, non moins que Platon ¹⁾, de nous libérer du scepticisme — mais voyez cependant sur Descartes les p. 17 et 67 du T. XX — proclamait la possibilité pour l'esprit humain d'atteindre la certitude. Il la cherchait (bien entendu: en considérant Dieu comme la „fons omnis veritatis”; voyez le § 7 de la p. 525 qui précède) dans la „perceptio clara ac distincta” ²⁾ mentionnée par Huygens dans la Pièce I qui suit.

Aucun philosophe, croyons-nous, n'a nié que si la perception claire et distincte est possible à l'entendement humain, ce n'est pas en dernier lieu dans la considération des grandeurs ou des nombres qu'elle se fait jour. Or, Huygens admet la valeur universelle de la géométrie euclidienne: voyez le § 7 de la Pièce III d'après lequel les „veritates geometriæ” sunt ab æterno, ainsi que le § 23 de la Pièce II enseignant que la „geometria ubique [c. à. d. pour les habitants d'autres corps célestes aussi bien que pour nous] eadem est necessario”. Et plus généralement (note 8 de la p. 545): „mathesis necessario eadem”. On ne peut donc le taxer de scepticisme, quoiqu'il appelle „fort

¹⁾ Voyez sur Platon la note 15 de la p. 533 ainsi que la p. 566 qui suivent.

²⁾ „Discours de la Methode”. Deuxième Partie: „Le premier [précepte de la logique] était [pour moi] de ne recevoir jamais aucune chose pour vraie que je ne la connusse évidemment être telle; c'est-à-dire d'éviter soigneusement la précipitation et la prévention, et de ne comprendre rien de plus en mes jugements que ce qui se présenterait si clairement et si distinctement à mon esprit que je n'eusse aucune occasion de le mettre en doute”.

obscure" l'„idée" de Descartes que Dieu ferait la „fons omnis veritatis" ³⁾. Ce qui lui donne son sentiment de certitude, c'est apparemment l'expérience quotidienne. Si dans la Pièce I il dit, à propos de la „probatio ex verisimili", „omnia fere [N.B.] huc reduci. forsau [N.B.] et mathematicorum demonstrationes", c'est qu'il admet la possibilité, quoique la probabilité en soit bien petite et peut-être nulle, que l'on se soit toujours trompé dans le cours de chaque démonstration; mais même s'il en était ainsi, il n'en demeurerait pas moins vrai suivant lui que nous pouvons affirmer que les veritates geometriae sunt ab aeterno, la géométrie étant partout „ijsdem principijs fundata" ⁴⁾. Il n'y a, suivant lui, de l'incertitude, peut-être, que dans les *raisonnements* des géomètres ⁵⁾.

Les Pièces I—IV qui suivent occupent les f. 35—43 du Manuscrit G; c'est à la p. 47 v du même Manuscrit que se trouve la Pièce du T. XX que nous avons intitulée „Le corps, la surface, la ligne, le point" ⁶⁾. Tant dans le T. XVIII ⁷⁾ que dans le T. XX ⁸⁾ nous avons déjà dit que pour Huygens la parfaite conformité de la géométrie euclidienne avec la nature des choses visibles et tangibles ou simplement visibles — et aussi des corps qui échappent à notre observation par leur petitesse ⁹⁾, lesquelles il se figure à l'image des objets tangibles — est apparemment hors de doute ¹⁰⁾. Dans le Cosinotheoros de 1694 il affirme de nouveau — p. 749 — que la géométrie „prorsus eadem ubique esse debeat".

Mais le texte de la Pièce I nous apprend qu'il ne reconnaît pas *en général* le critère de la perception claire et distincte vu qu'on peut se tromper dans une chose tout en étant persuadé d'y voir clair. *Généralement* nos jugements ne sont donc que plus ou moins *probables* et c'est le bon sens, bien inégalement réparti entre les hommes, qui doit nous guider dans l'évaluation du degré de probabilité de chacun d'eux.

Dans la lettre de 1673 à Pierre Perrault ¹¹⁾ il disait déjà ne pas croire „que nous

³⁾ P. 526.

⁴⁾ § 12 de la p. 547 qui suit.

⁵⁾ Consultez sur ce sujet (les *raisonnements* des géomètres) la lettre à P. Perrault que nous citons un peu plus loin.

⁶⁾ T. XX, p. 190.

⁷⁾ P. 31.

⁸⁾ P. 180.

⁹⁾ Voyez sur les atomes la p. 498 ainsi que la note 6 de la p. 381 qui précèdent.

¹⁰⁾ Consultez cependant aussi la note g de Huygens, de septembre 1692, à la p. 321 du T. X.

¹¹⁾ T. VII, p. 298.

scachions rien très certainement mais tout vraisemblablement, et qu'il y a des degrez de vraisemblance qui sont fort differents" ¹²⁾).

Dans leur intéressante biographie de Huygens de 1938 ¹³⁾ les époux Romein ¹⁴⁾ pensent devoir attacher tant de prix à cette thèse que dans le titre même ils le désignent par „Christiaan Huygens, de Ontdekker der Waarschijnlijkheid”, c. à. d. „le découvreur de la probabilité”. — Le probabilisme n'a-t-il pourtant pas existé depuis l'antiquité grecque comme une doctrine intermédiaire entre le dogmatisme et le scepticisme, et peut-on admettre que Huygens, qui connaissait si bien Cicéron ¹⁵⁾, l'ait ignoré? ¹⁶⁾

Voyez aussi sur ce sujet la fin du présent Avertissement ainsi que la fin de l'Appendice II qui suit.

¹²⁾ On peut comparer avec la suite de la lettre à P. Perrault ce que Huygens écrivait déjà en 1669 dans un brouillon de sa Pièce sur la coagulation (T. XIX, p. 327): Il est malaisé de deviner la cause de quelque effet particulier de la nature par les experiences qu'on a faites en cette matiere, parce que c'est la mesme chose que de vouloir dechiffrer un escrit qui ne consisteroit qu'en une ou deux paroles ce qui est infiniment difficile, mais quand on a toute une lettre escrete du mesme chiffre il y a beaucoup plus de facilité, et il est de mesme dans la physique, la quantité des experiences en toutes sortes de matieres donnent lieu a faire des hypotheses (Chartæ mechanicae, f. 80 v). Voyez aussi ce que Huygens dit en 1690 sur „la vraisemblance” dans la Préface du „Traité de la Lumière” (T. XIX, p. 454). Et comparez la note 28 de la p. 497 qui précède ainsi que le § 19 de la p. 354.

¹³⁾ Jan Romein en Annie Romein „Erfaters van onze beschaving, Nederlandse gestalten uit zes eeuwen” (Querido, Amsterdam), T. II, p. 254—289.

¹⁴⁾ Il est vrai que les époux Romein — ou plutôt M.^{me} Romein, car c'est elle qui a écrit cette biographie — ne connaissent pas encore la présente Pièce I; mais, outre la lettre à P. Perrault, le passage du „Cosmotheoros” qui se rapporte à ce sujet — voyez la p. 689 qui suit — leur était évidemment connu.

¹⁵⁾ Nous lisons dans le cap. 4 du Lib. II des „Tusculanae disputationes” de Cicéron — on a vu, à la p. 512 qui précède, que Huygens les cite —: „Nec vero Pythagoras nominis solum [philosophia] inventor, sed rerum etiam ipsarum amplificator fuit. . . Sed ab antiqua philosophia usque ad Socratem, qui Archelaum, Anaxagoræ discipulum audierat, numeri motusque tractabantur et unde omnia orerentur quove reciderent, studioseque ab is siderum magnitudines intervalla cursus anquirebantur et cuncta caelestia. Socrates autem primus philosophiam devocavit e coelo et in urbibus conlocavit et in domus etiam introduxit et coëgit de vita et moribus rebusque bonis et malis querere cujus multiplex ratio disputandi rerumque varietas et ingenii magnitudo Platonis memoria et litteris consecrata [nous observons en passant que Cicéron ne dit pas que plus tard Platon devint plutôt pythagoricien: voyez la note 15 de la p. 553] plura genera effecit dissentientium philosophorum e quibus nos id potissimum consecuti sumus, quo Socratem usum arbitrabamur, ut nostram ipsi sententiam tegeremus, errore alios levaremus *et in omni disputatione, quid esset simillimum veri, quæreremus* [nous soulignons]. quem morem cum Car-

La question de savoir si les corps célestes autres que la terre, hébergent des êtres vivants, est ancienne ¹⁷⁾. Il avait été parlé en passant d'hommes saturniens observant les phénomènes célestes dans la dispute de 1660 de Huygens avec Fabri et Divini; ces derniers jugeaient apparemment absurde l'idée de leur existence ¹⁸⁾; Huygens, lui, prenait la chose au sérieux et invoquait, sans tâcher d'approfondir la question en ce moment, l'opinion „des philosophes” ¹⁹⁾. Ce passage fait déjà prévoir que tôt ou tard il reviendrait sur le sujet.

C'est bien dans des Pièces telles que celles qui nous occupent qu'il convenait de dire que, la perception claire et distincte faisant manifestement défaut, il fallait s'en tenir à la probabilité.

Or, la grandeur de la probabilité étant ici indéterminable, il fallait prévoir une grande diversité d'opinions parmi les lecteurs. Huygens récuse à bon droit l'opinion de quiconque n'entend rien à l'astronomie.

L'improbabilité de la thèse que parmi tous les corps célestes un seul, la terre, ferait habité lui paraît extrêmement grande.

neades [souvent cité par Cicéron] acutissime copiosissimeque tenuisset. fecimus et alias saepe et nuper in Tusculano, ut ad eam consuetudinem disputaremus”.

Sur Carnéade E. Zeller („Die Philosophie der Griechen in ihrer geschichtlichen Entwicklung dargestellt”. Zw. Aufl. Leipzig, Fues. 1865, 3^{er} Teil, 1^{re} Abteilung, Die Nach-aristotelische Philosophie, Erste Hälfte, Die neuere Akademie) parle comme suit: „Ein Schüler und Geistesverwandter des Chrysippus hat Karneades [dont les œuvres sont perdues, ou plutôt qui n'a rien écrit] nicht blos die negative Seite der skeptischen Ansicht nach allen Beziehungen mit einem Scharfsinn ausgeführt der ihm die erste Stelle unter den alten Skeptikern sichert, sondern auch das Positive, was die Skepsis übrig liess, die Lehre von der Wahrscheinlichkeit [*εμπειρία, πιθανότης*] zuerst genauer untersucht, und die Grade und Bedingungen der Wahrscheinlichkeit festgestellt, und er hat durch beides diese ganze Denkweise zu ihrer wissenschaftlichen Vollendung gebracht”. Un exposé des doctrines de Carnéade se trouve e.a. chez Sextus Empiricus dans son „Adversus mathematicos”.

Aux jours de Huygens Boyle avait fait de Carnéade le principal interlocuteur (c'était, peut-on dire, Boyle lui-même) de son dialogue „Chymista scepticus” de 1661.

¹⁶⁾ Voyez d'ailleurs aussi sur le sujet du probabilisme les écrits de N. Cusanus que Huygens connaissait d'après la p. 369 qui précède. Le catalogue de vente de 1695 mentionne (*Libri miscellanei in folio 105*) les „Nicolaï de Cusa Cardinalis Opera Basileæ 1565”.

¹⁷⁾ Voyez, à la p. 795 qui suit, ce qui est dit dans le „Cosmotheoros” sur Xénophane. On peut consulter aussi la note 68 de la p. 369 qui précède ainsi que le § 22 de la Partie II qui suit.

¹⁸⁾ T. XV, p. 416—417.

¹⁹⁾ T. XV, p. 460—463.

On peut fonder à cette opinion, et même admettre, pour nous servir de l'expression de Huygens au § 3 de la Pièce II, que les autres planètes de notre système solaire ne sont pas „*æternæ damnati inertia ac sterilitati*” sans toutefois juger aussi grande que lui la probabilité d'habitants raisonnables actuellement existants sur elles. Huygens n'avait encore, et ne pouvait avoir, aucune idée précise du grand âge de la terre et du temps relativement court — quoique ce temps soit encore énormément supérieur à l'espace mosaïque de 6000 ans mentionné à la p. 513 qui précède — qui s'est écoulé depuis l'apparition de l'homo sapiens. Rien ne semble désormais rendre fort probable que les autres planètes aient évolué de la même manière que la nôtre et qu'on pourrait y rencontrer des êtres comparables en intelligence et en manière de vivre avec nous-mêmes. Huygens admet, il est vrai, la possibilité de leur supériorité (§§ 4 et 23 de la Pièce II) mais non pas, semble-t-il, en vertu d'une plus longue évolution.

L'idée de l'évolution lui fait-elle donc défaut? Non pas entièrement. Au § 9 de la Pièce III il dit se figurer que la formation tant des „animalia” (parmi lesquels les hommes) que des „arbores” a pu avoir lieu par un certain *progressus*. La „ratio” de cette formation nous est inconnue et inintelligible (au § 5 il affirme que jamais on n'y verra clair). Il croit pourtant pouvoir la désigner par le terme „*Dei opus*”, tout en ajoutant que dans l'invention de tant de formes diverses „*sibi placuisse videtur natura*”. Mais le fait qu'il lui paraît presque hors de doute que la terre *a été faite pour les hommes* („*hominum collocandorum gratia*”) montre qu'il se la représente probablement — comparez la note 10 de la p. 514 qui précède — comme habitée par des hommes bientôt après la création (il est vrai qu'il écrit: „*animantium hominumque collocandorum gratia*”). En se plaçant à ce point de vue, et en admettant que toutes les planètes ont pu être créées vers la même époque ²⁰⁾, on peut en effet juger assez grande la probabilité de l'existence sur les autres planètes d'êtres intelligents comparables à nous-mêmes.

L'adoption du point de vue téléologique — qui est celui de Cicéron ²¹⁾ non moins que celui d'Aristote ²²⁾, quoique pour ce dernier le problème de la finalité ne se pose

²⁰⁾ Fin du § 6 de la p. 525.

²¹⁾ Voyez p. e. le passage du traité „*De natura deorum*” que nous avons cité dans la note 10 de la p. 172 qui précède.

²²⁾ Voyez sur Aristote et Cicéron la note 46 de la p. 666 qui suit.

pas au sujet de la création de la terre ou du monde en général puisqu'il les juge éternels; comparez la note 12 de la p. 557 — conduit aussi naturellement à supposer les autres étoiles entourées de planètes, comme se le figurait Giordano Bruno, et celles-ci appareillées d'une façon comparable à celle de la terre, quoique sans doute néanmoins fort diverse.

Nous considérons comme un grand mérite de Huygens d'avoir *discuté sérieusement* la question de l'existence d'êtres organiques ailleurs que sur la terre.

„Mirabuntur aliqui”, dit-il à la p. 127 des *Chartæ astronomicæ*, „serio hæc tractari. Non possum aliter. Nec decet in maximis naturæ dei operibus joco et argutijs et risu agere”.

Dans le § 9 déjà nommé il se déclare adverfaire de la doctrine de la génération spontanée, estimant qu'il est „satis perspectum . . et experimentis compertum omnia ex femine nasci”.

Pour ce qui est de ses opinions générales nous notons encore qu'en fait d'éthique il se montre (§ 14 de la Pièce II) plutôt épicurien que stoïcien. Voyez encore sur ce sujet l'Appendice III qui suit, et consultez surtout la p. 747 du „Cosmotheoros”.

Sa conviction que les mouvements des corps célestes se soutiennent d'eux-mêmes (§ 1 de la Pièce III) le conduit à borner à l'époque de la création l'action du „potens opifex” auquel ils doivent leur existence, ce qui nous paraît conforme à la doctrine qu'on est convenu de désigner par le mot déisme; ou plutôt, cette désignation serait applicable si Huygens avait soutenu généralement pour le monde entier ce qu'il ne dit que pour la terre et les corps célestes voisins: ailleurs, la création n'étant pas nécessairement terminée, l'action de Dieu peut fort bien, suivant lui, être encore aujourd'hui une action directe.

Entre les §§ 5 et 6 de la Pièce III sont intercalées une série de citations des Dialogues de Fr. la Mothe le Vayer [1588—1672]²³⁾ dont, d'après le Journal de Voyage, Huygens avait fait la connaissance personnelle à Paris en 1660. Dans cet ouvrage l'auteur s'efforce de démontrer le bien-fondé du scepticisme, qui est aussi pour lui la base de la doctrine chrétienne²⁴⁾. Nous publions les citations de Huygens dans l'Appendice I qui suit quoique quelques-unes d'entre elles — se rapportant à la question de l'immortalité de l'âme — se rattachent plutôt à la Pièce précédente „De morte”, et que quelques autres n'aient avec les Pièces de Huygens aucun rapport direct.

Le probabilisme de Carnéade et de Cicéron, dont traite la note 15 de la p. 533 qui précède, et que la Mothe le Vayer juge si voisin du scepticisme, est souvent mentionné dans les dialogues; l'auteur cite p.e. en tête du Dialogue „De l'ignorance louable” le passage suivant du premier livre des „Tusculanæ quæstiones” [ou „disputationes”] de Cicéron: „Ut potero explicabo, nec tamen quasi Pythius Apollo certa ut sint et fixa quæ dixerò, sed ut homunculus unus e multis, probabilia conjecturâ sequens, ultra enim quo progrediar, quam ut verisimilia videam, non habeo. Certa dicent ii, qui et percipi ea posse dicunt, et sapientes esse profitentur”.

²³⁾ François de la Mothe le Vayer, membre de l'Académie française depuis 1639, avait été en 1652 précepteur du futur Louis XIV. Il publia sous son propre nom un grand nombre d'écrits, e.a. en 1668, à Paris, le „Discours pour montrer que les doutes de la philosophie sceptique sont d'un grand usage dans les sciences”. Mais les „Dialogues” qu'il écrivit vers la fin de sa vie, parurent soi-disant à Francfort, chez J. Savius, sous le titre „Cinq dialogues faits à l'imitation des anciens”, par Oratius Tubero, personnage fictif. Nous les citons d'après une édition ultérieure qui porte le millésime MDCCXVI.

Le Catalogue de vente de 1695 des livres de Huygens mentionne les „Cinq Dialogues de Tubero” (Libri miscellanei in duodecimo 302) et l'„Hexameron Rustique” (ibid. 240+), autre ouvrage de la Mothe le Vayer, dont il a été question à la p. 8 de notre T. VII. Nous y trouvons aussi les „Oeuvres de la Mothe le Vayer, 2 tom. 1 vol. Paris, 1654” (Libri miscellanei in folio 69) et une autre édition en deux volumes de 1662 (ibid. 268). Voyez aussi sur l'édition de 1654 la p. 78 du T. II.

²⁴⁾ Il écrit p.e. dans le „Dialogue de la Divinité” (livre I, p. 414): „Faisons donc hardiment profession de l'honorable ignorance de notre bien-aimée Sceptique, puis que c'est elle seule qui peut nous préparer les voyes aux cognoissances relevées de la divinité, & que toutes les autres Sectes philosophiques ne font que nous en esloigner, nous entassant de leurs dogmes, & nous embrouillant l'esprit de leurs maximes scientifiques, au lieu de nous éclaircir, & purifier l'entendement”.

Parmi les citations de l'Appendice I il y en a une qui se rapporte à la question du „progressus” qui suivant Huygens a pu avoir eu lieu dans la création des espèces animales et de l'homme. A cette citation tirée des écrits du Père Paolo, c. à. d. du savant théologien Pietro Sarpi ²⁵), qui s'était imaginé que le genre humain pouvait être originaire de quelques tritons et femmes marines, Huygens ajoute, sceptiquement: „Mais d'ou est ce qu'il pensoit que ceuxcy fussent venus?”



²⁵) Les ouvrages de P. Sarpi (1552—1623) ont e.a. été publiés en 1677 à Venise (chez R. Meietti) en 5 volumes sous le titre „Opere del Padre Paolo dell'ordine de'Servi; e theologo della serenissima Republica di Venetia”. Cette édition ne contient pas sa Correspondance citée par la Mothe le Vayer. Le premier volume débute par une biographie de l'auteur. Sarpi n'était pas seulement théologien, mais aussi mathématicien et naturaliste. Il s'occupait e.a. d'anatomie: „s'essercitò nell' anatomia di tutte le sorte d'animali” (p. 42), ceci „con isquisitissima osservatione” (p. 45). „Tutta la sua vita era in tre sole cose occupata, il servizio di Dio, i studij, le conversazioni” (p. 77).

RÉFLEXIONS SUR LA PROBABILITÉ DE NOS CONCLUSIONS ET
DISCUSSION DE LA QUESTION DE L'EXISTENCE D'ÊTRES
VIVANTS SUR LES AUTRES PLANÈTES.

[1690]¹⁾

- I. DE PROBATIONE EX VERISIMILI.
- II. VERISIMILIA DE PLANETIS.
- III. QUOD ANIMALIUM PRODUCTIO, PRÆSERTIM HOMINUM, PRÆCIPUUM SAPIENTIÆ
INTELLIGENTIÆQUE DIVINÆ SIT OPUS ²⁾.
- IV. INSOLITUM SPECTACULUM PEREGRINO EX JOVE ADVENIENTI.



¹⁾ Manuscrit G, f. 35—43. Voyez sur la date — il est possible que la présente Pièce fut écrite déjà vers la fin de 1689 — la note 1 de la p. 513 qui précède.

Nous avons interverti l'ordre des Parties I et II.

²⁾ Comparez l'Appendice IV au „Cosmotheoros”.

I.

DE PROBATIONE EX VERISIMILI.

Omnia fere huc reduci. forſan et mathematicorum demonstrationes. Certitudinem vero non bene poni in perceptione clara ac diſtincta. Patet enim ejus claritatis ac diſtinctionis varios quaſi gradus eſſe. namque et in ijs quæ plane nobis perſpicue comprehenſa putamus ſæpe fallimur et ipſe Cartefius exemplo eſt, ut in legibus communicati motus ex impulſu corporum ¹⁾. &c. in circulo illo ex glacie in aere ſuſpenſo cujus reperculſu parelia fieri vult ²⁾. In bene diſcernendis iſtis probabilitatis gradibus ingenium judicijque rectitudinem conſpici, nec uſquam tantum aberrari quam in ejusmodi judicij neglectu aut perversitate.

Sunt enim qui quæ mathematicorum more concluſa non ſunt ita pro dubijs habenda putant, ut nihilo minus his plane contraria amplecti liceat. Velut in Copernici Syſtemate, etſi undique et obſervationum conſenſu et argumentis et quaſi naturæ ipſius voce id confirmari, commendarique videant, tamen quia aliud quoddam Tychoni Braheo in mentem veniſſe intellexerunt neque illud Copernicanum geometricè demonſtratum eſſe, non illi magis quam huic accedendum exiſtimant, nec præ imbecillitate judicij tam immanem probabilitatis differentiam agnoſcunt. Ceci ſ'applique e.a. à Caſſini et à Roemer: voyez ſur eux la p. 311 qui précède.

Sic multi omnia voaſtrogorum genethliacorum prædictionibus fidem tribuerunt ³⁾, non ſatis perpendentes quam inepta et ratione carentia principia ſint eorum artis. Veluti efficacia iſta planetarum ſecundum aſpectus, hoc eſt ſecundum angulos quibus in terra diſtare apparent, tum regulæ ex his conſtitutæ ad præcognoſcenda vitæ proſpera aut adverſa. Nec perſpicere valent hæc ab impoſtoribus lucelli gratia fuiſſe excogitata; quoniam veriſimilium gradus diſcernere neſciunt.



¹⁾ Voyez les p. 4 et ſuiv. du T. XVI.

²⁾ Consultez ſur ce ſujet la note 1 de la p. 450 du T. XVII.

³⁾ Voyez ſur l'aſtologie en général les p. 178—179 du T. XX. Consultez aſſi les p. 311 et 343 qui précèdent.

II.

VERISIMILIA DE PLANETIS ¹⁾.

Quid non Altronomiæ ac Philosophiæ
rudes adversus hæc, favente vulgo,
obicere poterunt?

§ 1. Præparatos esse eos quibus hæc scribuntur oportet lectione librorum quibus tum veritas Terræ motæ probatur, et neque hanc, neque plurium terrarum existentiam Scripturæ sacræ adversam esse; ut sunt Galilei dialogi, Wilkeni mundus lunæ ²⁾, Keplerus &c. Nolo enim transcribere quæ apud tam multos legi possunt. Quin et hoc postulo, ut Altronomiæ cognitionem non levem habeant, ejusque præsertim partis physicæ. Absque his enim recte judicare de nostra hac opella non poterunt, nec multum apud me censura ipsorum valebit si hæc improbent vel contemnant, si derideant. Sunt ab ijs authoribus illa quoque refutata quæ ex philosophiæ placitis opponi possent. At nos ex eadem philosophia et recta ratione quam sit probabilis opinio nostra concludemus.

§ 2. Digna est materia quæ tractetur ³⁾. Imo miror eos qui se philosophiæ studiosos

¹⁾ Manuscrit G, f. 35—40.

²⁾ John Wilkins (1614—1672) „Discovery of a new world, or a discourse tending to prove that it is probable that there may be another habitable world in the Moon”, 1638 (Catalogue de vente de 1695, libri math. in duodecimo 39: „Or Discourse tending to Prove, that tis probable there may be another habitable world in that Planet” sans autre titre, sans nom d’auteur, sans date; et, libri miscellanei in octavo 574: „Wilkins, New World”, sans date). Huygens possédait ce traité aussi dans la traduction française de de la Montagne („Le monde dans la lune, divisé en deux livres, le Premier prouvant que la lune peut estre un monde, le second que la terre peut estre une planette”. I. Cailloüe, Rouen, 1656. — Le catalogue de vente a simplement, libri math. in octavo 49: „Le Monde dans la Lune”, sans nom d’auteur, sans date). La proposition II du premier livre est ainsi conçue: „Que la pluralité de Mondes ne repugne à aucun principe de la raison ou de la Foy”.

³⁾ Ailleurs (Chartæ altronomiæ f. 132) Huygens écrit: Digna res est quæ quærat, ait Seneca [en parlant de la terre considérée comme le centre du monde, mais tournant peut-être autour de son axe], pigerrimam an velocissimam sedem nacti sumus, omnia circa nos an nos ipsos circumferat &c. La question est encore plus considérable à mon avis, de scavoir si nostre Terre seule porte des animaux et des creatures douces de raison, ou s’il y a dans l’univers plusieurs terres avec des habitans aussi remarquables.

serunt, cum illuc cogitatione non ascendant. Uti qui longinquis peregrinationibus regna multa populosque adierunt sapientius meliusque de patria sua judicant, quam qui nunquam extra eam pedem extulerunt, ita qui inter sydera mente versari assuevit, atque inde hunc Terræ nostræ globulum contemplari, quam sit minima hic mundi particula sæpe cogitat, item quid alibi in tot terrarum millibus agatur. Quantula tunc sunt regna hæc, quid negotia, quid ambitus.

§ 3. Consideremus systema hoc planetarum circa Solem, cujus hic posita est figura ⁴⁾, tanquam extra positi, Solem illum in medio quinque globorum qui diversæ magnitudinis orbibus ipsi circumferuntur, omnes vero illius luce illustrantur, proximi validius intentiusque, remotiores languidius, ac singuli in sese convertuntur aliquot horarum spatio, quo tota superficies per vices ea luce inclarescat.

Potestne jam probabile cuiquam videri, cum tot nominibus inter se convenire advertat hisce omnibus soli circumpositis globis, in uno ipsorum, eoque c minoribus, mirabilia multa inesse, maria, montes, silvas, flumina, animalia multorum generum, alia 4 pedibus alia binis incedentia, alia per aerem vagantia, alia sub aqua degentia quæ omnia mirabili quadam ratione sibi similia producant, in cæteris vero ejusdem chori socijs ac consortibus nil nisi materiam radios solis reflectentem, nulla varietate insignem, in vasta solitudine saxa, lapides, arenas tantum ferentem? (nam corpoream quidem materiam unde fiat lucis repercussus, concedere ijs necesse est). Quæ enim ratio afferri poterit cur uni præ cæteris omnia illa concessa sint, reliquis usu omni carentibus, æternæque damnatis inertiae ac sterilitati.

Cum arbores nobis notas fructus aliquos aut glandes ferre sciamus, non dubitamus, quin et illæ, quas in ignotis insulis procul conspiciamus, aliquid ejusmodi præter folia edant.

Solus affecla Tertij à sole Planetæ, noctu animalibus lucem præstabit, quaterni vero quinti Planetæ nulli usui erunt, itemque quini circa remotissimum collocati. Quod si igitur similis quædam rerum varietas ac pulchritudo in cæteris planetis atque in Terra hac nostra viget, nunquid spectatore carebunt! an non ut animalium elegantia et artificiosa fabrica, florum colores atque odores ad hominum admirationem aut voluptatem comparata videntur, ita et in istis existent aliqui qui tantis spectaculis tamque jucundis fruuntur.

§ 4. Cogita hominum genus interijisse atque ad nihilum redigi. Nonne omnia ista quasi frustra videbuntur. Nonne cultu omni Terra destituta manebit? squallida deserta ac bestiarum habitatio?

Jam vero homo ipse, animal illud rationis particeps, nonne longè præcipua pars

⁴⁾ Il n'y a pas de figure dans le manuscrit et il ferait bien superflu d'en ajouter une ici.

confenda est eorum quæ in Terra existunt? Ille tot artium capax, qui coelestium motus distantiasque ratione atque organis quibusdam instructus deprehendere potuit? tanta industria domos, naves, vestem, machinas omnis generis construit. denique qui unus contemplari atque admirari divina opera queat. Quamquam enim mortalibus perspecti non sint fines quos sibi conditor proposuit; apparet tamen ei placuisse ut essent ratione prædita animalia quæ infinitam suam sapientiam suspicere possent, et beneficia agnoscere.

Hujusmodi igitur animantibus si reliqui Planetæ careant, certè multo inferiores vilioresque erunt nostrate hoc. Nulla autem ratio est ut minus ornatos rebus omnibus putemus, imo est cur majores illi Jupiter ac Saturnus præstantiora quædam consecuti existimentur. Non deerunt itaque præcipua illa animalia, hominum generi æquiparanda, ac forsan etiam longe perfectiora.

Illud vero nihil prorsus ob stare credendum, quod in Mercurij Planeta decuplo quam nos majore æstu incolæ torreretur videntur, in Saturno centuplo minorem experientes, perpetuo gelu rigescere. Quidni enim et animalia et arbores herbæ aliæ quævis ad diversas illas temperies aptata sint ac durata. Nam plane ineptire est, in nostra hac solis distantia mediocrem calorem lucemque præbitam existimare, in alijs illis vel abundare vel deficere. Refellitur enim his ipsis discriminibus quæ in Terra hac cernuntur. Cum tanto frigidius degant hyperborei illi Samoiedæ quam qui mediam Africam incolunt, nec tamen aut hi aut illi de sorte sua querantur.

§ 5. Porro positis animalibus quæ in Planetarum superficie vitam agant, videndum an non aliquid amplius de natura ac sensu eorum colligere possimus.

Cum varias animalium nostrorum figuras contemplamur, quadrupedes, aves, pisces, cancos, testudines, angues, insecta; ac rursus in singulis tantam formarum diversitatem ut equi, elephanti, porci, cervi, histrici in quadrupedibus; aquilæ, pavonis, noctuæ, vespertilionis, *grand bec* ⁵⁾, struthiocameli, in volucris. ceti, raia, sapea, hippopotami, crocodili, ostrei, spongia, schol ⁶⁾, concharum, veau marin ⁷⁾, in piscibus aut amphibijs. denique insectorum genera. hæc omnia considerantes facile credemus nequaquam divinando nos assequi posse, quænam in tam longinquis planetarum regionibus figuræ animalium habeantur. præsertim cum et in Americæ terris aliæ repertæ sint quam in cæteris orbis partibus, ac plantæ quoque et arbores plurimæ nostris omnibus dissimiles.

⁵⁾ Nous ignorons de quel oiseau Huygens entend parler. Il est possible qu'il s'agisse du pélican.

⁶⁾ Mot néerlandais: plie franche ou carrelet.

⁷⁾ Phoque.

Attamen cum summa genera notorum nobis animalium percensemus et quibus modis moveantur, omnia huc reducuntur ut vel in aere volent alarum remigio, vel pedibus in terra incedant, vel sine pedibus reptent, vel flexu corporum vehementi aut pedum percussu per aquam sibi viam aperiant. Præter hosce movendi modos vix videtur alios dari posse nec concipi. Ergo quæ in planetis degunt uno aliquo ex his modis incedent, aut aliqua etiam pluribus simul ut apud nos aves amphibiæ, quæ et pedibus in terra ingrediuntur, et in aquis natant, et in aere. Nulla autem quarta præter hæc vita cogitari posse videtur. quid enim esse ibi queat præter tellurem solidam, elementum liquidum, atque aerem aut illi simile? (posset enim aer multo esse densior graviorque nostro hoc, eoque volantibus commodior). Hæc certe ejusmodi sunt ut satis clare pateat nihil ab his diversum dari posse.

Quam felices vero primarij isti ac ratione præditi incolæ, si triplici hac facultate polleant. Ita tamen ut mali nihil inde consequatur. Nam si hoc bono fruuntur, necesse est ut inimiciæ et bella non perinde inter illos existant atque in Terra hac nostra, quod alias nec tuto nec secure vivere possent, quippe imprævisis invasionibus semper expositi hostis alati.

Huygens pouvait difficilement prévoir qu'au vingtième siècle de fréquentes incursions de „hostes alati” auraient lieu, ici même sur notre planète. Comparez la p. 87 du T. XIX.

§ 6. Videamus porro de sensu Planetariorum istorum animantium. Equidem nihil certius persuasum habeo quam visu prædita esse. Quænam enim vita sine visu, quomodo aut pericula devitare aut alimenta quærere hoc sensu destituta queant? In hoc maximum vitæ præsidium, nec fieri potest ut ubi animalia extent, hoc maximo omnium dono priventur (autres leçons: careant, destituantur). Itaque in omni genere eorum quæ hic apud nos sunt, oculorum usum animadvertimus, terrestribus, acrijs, aquatilibus, ipsisque adeo insectis; nisi vilissimi quidam, lumbrici ac vermiculi excipiendi sint. Quod si divinum lucis inventum perpendamus quæ a Sole ad Planetas cæteros æquæ ac ad terram pertingit, profecto non magis nostri gratia quam cæterorum omnium creatam hanc mirabilem motus naturam putabimus. Ante omnia vero spectatores istos rationis compotes quos diximus, visu pollere credibile est quo et mirabili rerum in terris varietate et coelestium conspectu fruuntur, solis, lunarum, siderum totiusque universi specie, in quibus immensa Dei potentia præcipue elucet. Nunquid enim hæc aspicere solis nobis terræ incolis datum erit, qui vero alibi agunt ad hæc cæcutient? ⁸⁾

§ 7. Si contemplationem et admirationem rerum naturalium, operum Dei, hominibus auferas, quid aliud rationis usu consequantur, quam quod bestię et aves absque eo

⁸⁾ En marge: visus. auditus. sensus cæteri. generatio. esca. sermo. voluptas. artes. scientiæ. mathesis necessario eadem. musica eadem fere. astronomia.

habent. ut nempe tranquille inter se degant, victu ac vestitu non careant nec sensuum voluptatibus.

Fateor quidem a multo maxima Terricolarum hominum parte vix ad hæc animum adverti aut certe leviter inspicere quod longa consuetudine etiam res tantæ obsoleseant. Sapientiores tamen admirantur crebro auctoremque suspiciunt. Aliqui etiam penitus omnem eorum rationem investigant, atque ij licet omni tempore pauci sint, toto tamen sæculorum lapsu non exiguus eorum numerus efficitur.

§ 8. Anne igitur et oculos animalibus illis tribuamus. Certe oculorum fabrica uti mirabili industria comparata est, ita vix alia ratione iniri potuisse videtur, ut distinctas rerum exterarum imagines sensibus referret. A singulis enim punctis radij ad pupillæ orbem manantes, ad singula rursus puncta refractione convexæ superficiei colliguntur, ac nervulorum sensu qui in fundo oculi subtilissime sparguntur, quorumque contextu pellicula quam choroidem vocant, componitur, ita afficiunt, ut inde rerum situm, distantiam, colorem, interior animus judicet. Eadem hic machinatione in omni nostro animantium genere natura usæ est, ut credibile sit non alia ratione tam bene (autre leçon: mieux) lucis beneficium sensibus adaptare potuisse. Cur non igitur eandem hanc in istis quoque regionibus secuta sit, cum nusquam non optima eligeret. Habent igitur et oculos animalia illa; et binos quoque, quibus simul eandem rem conspiciant; quoniam rerum propin quarum distantijs judicandis interfectione quadam radiorum opus est. Absque verò distantiae cognitione periculosior incessus est, nec tam bene vitantur occursum suo nocitura. Habent et in suprema corporis regione collocatos: si enim recte ac sapienter ibi collocatos agnoscamus nec tam bene alibi potuisse, defuisse sapientiam dicendum foret inferiori parte eos reponenti.

Nunquid et manus habebunt? non videtur quicquam accurate absque tali instrumento fabricari posse, imo nec quicquam tractari apte aut disponi, qualia in observatione coelestium requiruntur.

Ut multò alia mundi facies animo offertur, cum innumerabiles Terras et in his singulis non minorem rerum animaliumque varietatem quam est ea quam hic coram intuemur concipimus. Cum vulgo hæc nostra sola esse existimaretur quæ omnia contineret hujuscemodi, sidera vero nil aliud quam lucidi quidam globi in convexa coeli superficie defixi censerentur ⁹⁾).

Quanto majus præstantiusque illud opus ita multiplex et infinitæ varietatis; quantoque magis dignum Deo. Non jam universitas mundi in coelum Terramque distribuitur. at nos in coelo sumus ¹⁰⁾), astrique unius magni comites circumferimur, sed unius è multis.

⁹⁾ Comparez les deux lignes latines (de date incertaine) que nous avons mises en tête de notre Appendice III au „Cosmotheoros”.

¹⁰⁾ Comparez les §§ 11, 28 et 37 des „Pensees meslees” de 1686 qui précèdent.

§ 9. De destinatione providentiæ in rebus creatis, præsertim animalium membris. Volucres terrestribus præstare, nisi quod instrumenta manuum ad machinas et observationes coeli requiruntur. in reliquis aves potiori sorte esse. Ciconia. locus ¹¹⁾ egregius. Quid si in planeta utrumque in uno genere conjunctum?

§ 10. Quid posset esse in planetis diversum a nostris rebus. quid melius. multa certe. Cum coetera perpendimus nobis concessa aut inventa ut scribendi artem. telescopiorum. geometriæ intelligentiam. analytices. arithmeticae logarithmorum typographia. ut non facile concedi potest hæc eadem in Planetis cæteris agnosci, ita verisimile est alia quædam nihilo deteriora illic reperiri, ne nostris rebus nimium præcellamus.

§ 11. Videndum etiam de auditu sensu, nunquid et hic in remotis Terris istis attributus sit animalibus (en marge: s'ils ont l'air qui sert à conserver le feu, à respirer est nécessaire, et sert à la navigation. adapté merveilleusement à l'ouïe). Quod multa suadent. Nam primum ad conservationem vitæ plurimum prodest hæc perceptio; cum sono ac fragore sæpe ingruens periculum cognoscatur. præsertim nocturno tempore, cum oculorum auxilium ereptum est. Præterea et animalium quodque vocis sono sui similia advocat, multaque inter se significant. Apud ea vero quæ rationis usum habent, quod genus illic quoque reperiri paulo ante dictum est, quanta quamque mirabilis vocis et auditus est oportunitas; ut non sit credibile tam præstantem sensum tantumque loquendi artificium hujus Terræ ac nostri gratia tantum fuisse excogitatum, quomodo enim illis non multum ad felicitatem nostram desit, qui tanto beneficio carent, aut qua alia re pensari hoc potest. Deinde an et musicos sonos suavissimosque illos concentus nobis unis quos intelligamus datos esse putabimus cum omnis hæc harmonice fixam immutabilemque quandam naturam sortita sit ut nusquam terrarum gentiumve non iisdem legibus contineatur, quantum quidem ad intervalla sonorum et consonas distantias attinet.

§ 12. Porro hoc idem, atque etiam multo manifestius, habet Geometria, ut non nisi iisdem principiis fundata sit, ubicumque locorum reperiatur. Itaque hoc etiam unum est ex argumentis cur eam non nostra tantum hominum generi concessa destinataque esse credatur. Sed alia etiam sunt quæ magis id confirment. Nunquid enim soli nos hujus Terræ incolæ syderum cursus observabimus, eorumque distantias ac mundi

¹¹⁾ Leçon incertaine. Si Huygens a en effet écrit „locus” nous ignorons à quel endroit de quel auteur il fait allusion. Le paragraphe de Pline sur les cigognes („Naturalis historia” X, 31) n'a rien de bien remarquable.

magnitudinem metiemur? Soli circuitum globi nostri ac superficiem investigabimus? Tum artis mechanicæ rationes soli cognoscemus, totque illis commodis quæ ex hoc studio promanarunt, præter nos omnes carebunt? Atqui in his rebus vel maxime usus ac præstantia rationalis animæ elucet, ut fere tantum cæteris hominibus præcellant qui harum rerum intelligentia pollent, quantum illi inferiori generi animantium. Non video quidem quodnam tantum boni acceperint potuerint cæterorum planetarum incolæ quod huic sit æquandum. Quodli tantummodo Jovis aut Saturni sidus contempleremur quantò ibi degentibus ad Astronomiæ studium majus incitamentum et oportunitas contigerit, in tot circumcuntibus Lunis, tamque frequentibus earum eclipsibus, absolum videbitur nullam istic harum rerum scientiam¹²⁾ vigere, cum apud nos tanto levius illeptos, tantoque minore apparatu, tam mirabiles progressus fecerit. Tam frequentes Lunarum ac Solis Eclipses nunquid istos Jovis ac Saturni incolæ ad cognoscendas tanti prodigij causas excitabunt? Nunquid et Annuli Saturnij variæ ac mirabiles apparentiæ, dum nonnunquam ingentis circuli lucidi forma noctu conspicitur, interdum vero lucem solis multorum dierum spatio intercipit, hæc inquam tam miranda nunquid eodem vel invito Saturnicolas adducent? Sane si nostræ solis lunæque defectus ad aliorum studium homines excitarunt, multo magis id apud istos Saturnicolas tantæ vicissitudines commutationesque efficere debuerunt. Equidem non hoc tantum, sed et globi sui Geographiam accuratissimam, et Longitudinum inventum, utriusque hujus planetæ habitatores, si et illic maria navibus frequentantur, possidere crediderim. Quidni vero navigent cum tanto quam nos commodius possint, et minore periculo¹³⁾.

§ 13. Sed hæc fortasse jam audaciore quam par est conjectura protulisse dicemur. Hoc negari non potest, Eclipses istas fere cotidianas, et lunarum conjunctiones mirabili varietate in illis regionibus conspici. Constat etiam noctium ac dierum continuas vicissitudines ibi servari cum sciamus etiam quanta sit diei Jovialis ac Martialis longitudo. Nam Jupiter 10 fere horis superficiem suam totam soli exponit, Mars, ut nostra Terra, horis circiter 24. Et quis de Saturno Venere ac Mercurio addubitet, quin cæterorum naturam sequantur, etsi periodi nondum sint animadversæ? Porro etiam æstatis et hyemis diversitas in Saturni planeta quin sentiat vix ambigo cum et annuli et totius systematis axis ad orbitæ Saturniæ planum obliquus sit angulo partium 31, a quo neque globus multum declinare putandus. At quam longæ sunt

¹²⁾ Nous avons corrigé „scientiæ” en „scientiam”.

¹³⁾ Le sens de ce passage s'explique par ce que Huygens dira en 1694 dans le „Cosmotheoros” (p. 749 qui suit): „Præsertim verò in Jovis Saturnique maribus commoda esset navigatio propter Lunarum plurium utrobique copiam; quarum ductu longitudinum mensuram, quam vocant, quæ nobis non contigit, facile consequi possint”. La „Longitudo” est d'ailleurs aussi mentionnée dans le présent texte.

æstates illæ hyemesque, quindecim nostratum annorum. Contra autem in Jove eadem semper caloris ac frigoris temperies regioni cuique, et si calor major aut frigoris minus prope æquatorem colentibus quam versus polos, adeo ut partes anni nulla re nisi syderum exortu illi notentur. Sed ad animalia longinquarum istarum terrarum revertor.

§ 14. Quæ si ut jam satis constat sunt in Planetis tum ratione prædita tum bruta, nunquid et generatione sese propagabunt? Vix quidem dici potest eadem perpetuo manere quæ semel ibi collocata sint. Oporteret enim neque casus varios neque infortunia nec odia bella aut cædes, in terris illis extare quibus interire animalia possent, nec senio ea confici. Sed fortasse longe alia ratione reparatur eorum genus, atque hic apud nos. Potest sane. Attamen tam mirabilis ac divina est nostrarum generationum ratio ut vix credi possit, non ulterius quam ad hunc globulum nostrum illud porrigi. Videmus etiam in tanta quam habemus animalium diversitate eodem fere modo alia ex alijs nasci. neque aliter in Americæ regionibus aliter in Africa aut Europa aut Asia, Ac denique voluptatis sensu omnia animantia ad generandum excitari; quæ voluptas cæteris omnibus quæ sensu percipiuntur longe præstet, nec magis ad conservationem eorum generis data sit, quam genus ipsum ideo creatum conservatumque, ut hac voluptate fruatur. Nam et in ratione pollentibus, nunquid in his rebus, tum quæ ad amores, liberorum curam, pertinent, magna pars vitæ et jucunditatis omnis posita est? Voluptas autem summum optimumque est Deidonum, ideoque et illa in quibus maximè sita est, non hujus tantum terræ habitatoribus tributa putentur. Nec vero hæc tantum quæ communes nobis cum bestijs sunt voluptates planeticolis ijs, qui rationis participes sunt, concessas arbitror, sed illas quoque alterius generis quæ ex virtute ac naturæ contemplatione oriuntur. quandoquidem et harum rerum capaces animos ijs jam ante adscripsimus. Absque voluptate, non erat cur cara aut expetenda vita esset, nec hominibus nec bestijs. Neque mihi contradicant hic Stoici aut cujusvis alterius sectæ philosophi. nam si recte expendatur omnium de summo bono sententia, nemini non pro fine voluptas proposita est, alijs ex virtute et honesto, alijs non solum ex his sed et ex sanitate, divitijs, affluentia rerum omnium delectabilium; alijs denique ex ijs quæ post mortem præmia contingent, præ quibus omnia hæc humana despiciunt. Sed ubique finis idem voluptas. Atque hic non possum silentio prætermittere quantopere admirer unde prima voluptatis extiterit idea. Certe illa quæ nobis data est ejus particula ab æterna illa quæ cum Deo semper fuit desumpta est. Quanta autem frui debet is qui animalium generi hominumque præsertim hanc impertijt?

§ 15 ¹⁴). Tunc tam arrogans eris ut quæ in istis remotis coelorum spatijs corporibusque Deus ordinaverit exponas? Respondeo: nihil profecto definio aut assevero, sed

¹⁴) En marge au crayon (jusqu'au mot „corporum”); apparemment ajouté plus tard.

conjecturas et verisimilitudinem expendo. — At illa mille modis tibi non imaginandis se habere possunt. Respondeo: hoc ipsum est quod examinandum erit. Illic de visu ¹⁵⁾ de conspectu coelestium corporum. De alimentis. De igne. De cæteris scientijs præter geometriam musicam astronomiam. de quibus dixi. quæ sunt ad has requisita.

Porro in superficie planetarum seu terrarum illarum herbas, stirpes, arboreſque enasci vix dubitandum puto. Non solum ornatus gratia. sed ut ijs animalia nutriantur. Nutrirî autem ijs nequeunt, nisi nova continuè succrescant.

§ 16. Posita vero rerum coelestium scientia et observatione, quam multa alia concedere necesse est! Nulla enim observatio syderum absque instrumentis, sive ea e metallo aut ligno fabricata sint, aut aliqua solida materia ab his diversa, quod ut fiat etiam fabrorum ferris, dolabris ac cæteris ejusmodi carere nequeunt. Vix etiam manibus aut quod eorum officio fungatur. Sed et circuli arcus in ijs instrumentis requiruntur et arcuum divisiones in partes æquales. Necessaria præterea est et observatorum ad posteros transmissa memoria et temporum ratio et epochæ quæ sine scripto non videntur explicari posse. Sine temporum speculatione vix esse possunt.

Ut vero ex observatis syderum errantium ac totius coeli systema colligatur, haud aliter quam apud nos, alijs atque alijs conjecturis ac hypothelibus fingendis perveniri potest; nec sine geometricorum theorematum auxilio. Procul enim abest ut distantiam coelestium illorum corporum visu discernere valeant, cum non aliter apud illos quam apud nos omnia sydera in unius sphaeræ superficie partim fixa manere simulque ferri, partim oberrasse videantur. Cæterum de veritate systematis vix quoque certi esse possint nisi oculis cernere detur planetarum mutabiles figuras et magnitudines, pro varia expositione ad solem, varioque spectantium intervallo. Ut vel videndi sensum multo quam nos acutiorem nacti sint, vel vitrorum aut speculorum auxilio nostris telescopijs non ablimili adjuventur.

§ 17. Quid si barbariem et ignorantiam non exuerunt, ut nostri Americani? nonne cum ad hos respicimus videtur Deo tantum propositum fuisse ut vita fruantur homines, et naturæ bonis voluptatibusque, scientiarum autem investigationem præter naturam paucos affectasse. Hoc vero dici nequit. Prævidit enim et ad hæc homines ingeniosos exorituros, ut coelestia scrutentur, artes vitæ utiles reperiant, mare navigent, metalla effodiant. Possentne enim quicquam horum præter mentem magni illius opificis accidere? Imo vero an non horum gratia rationis usum homini dedisse dicendus. Nam si tantum ad hoc factus esset ut viveret et voluptatibus frueretur quas et bestiae pleraſque percipiunt, cur tam capax artium et inventionis ingenium concessit? cur supra bruta cum sapere voluit?

¹⁵⁾ A la p. 721 du „Cosmotheoros” Huygens refute longuement (comparez le § 8 qui precede) l’objection du texte pour autant qu’elle se rapporte à la construction d’yeux. Voyez aussi notre observation sur cette réfutation à la p. 659.

Quare si hæc prævidit, etiam hominum natura ea continentur, nec poterunt artium et scientiarum studia præter naturam existimari. Si autem hic sunt secundum naturam et ex Dei beneficio, etiam in cæteris illis Planetarum terris eadem ratione existent. Et vel perfectiora et cumulatiores in ijs qui magnitudine et comitatu excellunt.

§ 18. His itaque omnibus instructos esse Planeticolas necessarium quodammodo videtur, si quidem rerum coelestium cognitione perinde ac nos fruuntur, quod quidem probabile esse paulo ante ostendimus.

Unum tamen hoc non leviter obstat, quod apud nos Terricolas tam rari reperiantur astronomiæ studijs eruditi, nec multo plures qui agnoscere cupiant quæ astronomorum diligentia in lucem protulit. Primum enim Europa e quatuor orbis partibus sola est, ubi scientia hæc excolatur, nam astrologiam illam divinatricem in qua passim Asiæ populi delirant, nihili esse neque hic nominandam, nemo sanus negabit ¹⁶⁾. At in Europæ regionibus ne unus quidem e centum millibus hominum hæc intelligit aut scire curat. Cur igitur tam paucis data est harum rerum notitia si hominum generi destinabatur? Cur etiam tam sero contigit tot elapsis sæculis quibus vel nulla vel falsa rerum coelestium scientia fuit. Nondum enim 80 anni præteriere ex quo verus ac simplex planetarum motus, rejectis Epicyclorum figmentis, a Keplero deprehensus fuit ¹⁷⁾. Hinc videri potest non esse hominum contemplationi qui aut hic aut in planetis habitant expositam motuum coelestium cognitionem, sed Deum sibi ipsi hanc reservasse, dignam magnitudine sua.

Attamen cum aliquibus licet paucissimis inter homines intelligendi vim ac solertiam ad paranda huic cognitioni necessaria concesserit, negari non potest etiam generi humano scientiam istam fuisse destinatam. Non enim tale hoc est ut Deus non præviderit futurum. Quin etiam non paucis hæc impertiri voluisse dici potest, si sæculorum multorum tempora cogitemus, etsi unoquoque sæculo paucis tantum. Fortasse etiam inter initia tantum adhuc versamur, tractuque temporis longe frequentior evadet harum rerum notitia.

¹⁶⁾ Comparez la Pièce I qui précède („De probatione ex verisimili”).

¹⁷⁾ En 1690 — mais voyez la note 1 de la p. 539 qui précède — 81 années s'étaient écoulées depuis l'apparition de l'„Astronomia nova” de Kepler. En disant „nondum 80 anni” Huygens s'en tient peut-être à une feuille séparée antérieurement écrite sur le même sujet. Voyez aussi sur les „80 anni” la note 42 de la p. 738 qui suit.

§ 19 ¹⁸⁾. O quam admirandum spectaculum contingeret ad planetarum aliquem accedenti. Nam hætenus de ijs fere tantum differui quæ similia nostris rebus apud illos extare credi potest. Jam vero si ulterius id quod initio adsumptum fuit persequamur nihilo minori varietate terras istas exornatas esse quam nostram hanc, nec inventa apud illarum incolas, sive ad vitæ commoda, sive ad animi oblectationem spectantia aut pauciora nostris aut ijs postponenda vigere, quam multa nobis nova illic aspiceremus. nam dubitari non potest quin plurima ipsis desint quibus nos fruimur. Cumque hæc alijs pensari jam ante concluferim ¹⁹⁾, quam mira, nec unquam cogitationi nostræ observata, in istis regionibus sese offerent. Quod ita optimè intelligitur, si Jovis aut Saturni incolarum aliquem fingamus ad hanc terram nostram duce genio aliquo, aut Mercurio, delatum, certoque statuamus non majori stupore atque admiratione eum affectum iri ob rerum novitatem, quam si e nobis aliquis in planetarum istorum globos deducatur. Placet verò ad singula quæque quæ ita peregrinanti occurrent attentum inducere, ut multitudinem rerum nostrarum, quibus illæ quæ in Planetis sunt concedere non debent, simul comprehendamus. Etsi enim non paucas utrobique communes similesve esse ostenderimus, tamen et in his plerumque tantum discriminis superesse credibile est, ut curiosum spectatorem detinere valeant. Quanta diversitas enim jam in animalibus et plantis americanis ad nostra collatis!

§ 20. Sunt quædam universalia ut mihi videtur. Velut aqua et pluvie ad nutriendas arbores et herbas, quia et optime est ratio sic instituta, et vix aliter potuisse videtur. Si enim liquidum quidem elementum haberent, sed e quo Solis aut intrinseco terræ calore nihil sursum attolleretur qualis hydrargyri nostri natura est, quodnam alimentum haberent stirpes paulo altioribus terrarum istarum partibus crescentes? an potius nullæ ibi crescerent, atque ita tota fere terra nihil alimenti animalibus præstaret! Imo et arbores et herbæ universale quid videri potest, quorum tot mille genera, eadem tamen oeconomia radicibus validè retinentur, quarum fibris terræ humiditatem attrahunt eaque sola augentur.

§ 21. Novum prorsus in Philosophia, et nostro sæculo demum aut inventum aut confirmatum est dogma, mundorum seu terrarum in mundo multitudo. Nam apud antiquos philosophos, Democriti et Philolai ²⁰⁾ temporibus, suspicio quidem erat,

¹⁸⁾ Comparez la Pièce III qui suit („Insolitus spectaculum peregrino ex Jove advenienti”).

¹⁹⁾ § 10 qui précède.

²⁰⁾ Philolaus, le pythagoricien bien connu de qui Platon est dit avoir acheté ses écrits ou plus généralement des livres pythagoriques: voyez la note 25 qui suit.

veritas autem incerta, nondum astronomicis rationibus Systema Circumfolarium Planetarum ordinantibus ac per consensum phaenomenorum comprobantibus. Hoc enim a Copernico primum praestitum: Telescopiorum verò invento summâ evidentia patuit. Hinc porro tota Philosophiae ratio commutata est quodammodo, cum verè demum nunc sciamus qui simus et quæ mundi particula. Nimirum animalcula quædam in superficie unius e globis circa solem ambientibus discurrentia; cujusmodi soles proculdubio totidem sint quot fixa, quæ dicimus, sydera apparent, imo quot per immensa spatia existunt. Admodum enim probabile non nisi pauculas ex incomprehensibili multitudine nobis conspici ²¹⁾. atque hoc insuper probabile, unicuique ejusmodi soli suas esse terras affeclas ²²⁾. Tales ergo cum nos esse cogitamus, aliud prorsus esse cognoscimus quam veteribus plerisque sapientibus existimabamur, quibus Terra hæc nostra duarum præcipuarum mundi partium una videbatur, altera coelum. Etiam ratione præditorum alia deos alia homines esse. His vero regendis præcipuè deos istos, aut mundi opificem occupari. At nostra hæc nova mundi notitia quam longe infra istorum æstimationem nos collocat! quamque simul supra ipsos intelligentia effert, qui errorem istum deprehendere potuerimus. Quanto vero etiam majorem Dei conceptum præbet, tot ac tam variarum rerum creatoris, quas ijs legibus eaque arte constituerit ut veluti machinæ totidem assabre confectæ sponte moveri quantocunque tempore possent, nihilque ijs accideret quod non ipse prævidisset.

Quis autem vel in his Solibus, Terris, lunisque totum Dei opus consistere dixerit, cum innumeras alias res in infinito spatio efficere potuerit quæ cujusmodi sint nulla ratione excogitare queamus ²³⁾. Imo cum hoc immensæ et incomprehensibili isti Naturæ magis conveniat, ut longe plura ulterioraque operetur, quam quæ vel suspicari possit imbecillitas nostra.

§ 22. Principium hinc. Fuisse viros graves et sapientes qui his meditationibus vacarint. Anaxagoras ²³⁾. Democritus ²⁴⁾. recentius Cardinalis Cusanus qui planetas stellasque habitari opinatus est ²⁵⁾. Plutarchus gravis in primis author in libro de facie in orbe Lunæ ²⁵⁾.

²¹⁾ Comparez le dernier § des „Pensees meslees” qui précèdent.

²²⁾ Voyez ce que nous avons dit sur Giordano Bruno à la p. 536 de l’Avertissement.

²³⁾ Comparez le § 45 des „Pensees meslees”.

²⁴⁾ Comparez le § 55 des „Pensees meslees”.

²⁵⁾ Le 15 février 1692 Fatio de Duillier écrira à Huygens (T. X, p. 257): „Monsieur Newton croit avoir decouvert assez clairement que les Anciens comme Pythagore, Platon &c. avoient toutes les demonstrations qu’il donne du veritable Systeme du monde, etc.”.

Dans une note à cette lettre Huygens cite Plutarque de facie in orbe lunæ, et nous avons

§ 23. En marge: Quid cum ad geometricorum inventorum subtilitatem logarithmos algebræ mirabilia: hæc cum cogito vix mihi persuadere queo, talia apud Jovis aut Saturni habitatores reperiri ²⁶). cum nec in nostra sphaera nisi paucis regionibus hæc nota sint. Quod si tamen isti ingenio nos superent, quidni et hæc et alia præterea eruerint! aut si non eadem, tamen alia et nostris meliora. Geometria tamen ubique eadem est necessario. itemque musicæ toni!

imprimé en cet endroit, dans la traduction d'Amyot, le passage auquel il fait allusion (voyez aussi la p. 251 du T. XVI).

La réponse de Huygens à la lettre de Fatio ne nous était pas connue en ce temps. Nous venons maintenant (mai 1942) d'en recevoir une reproduction photographique. La réponse est du 29 février 1692 et Huygens s'y exprime comme suit:

Monsieur Newton fait bien de l'honneur aux Pythagoriciens de croire qu'ils aient été assez bons geometres pour trouver de pareilles demonstrations a celles qu'il a données touchant les Orbes Elliptiques des Planetes. Pour moy j'ay de la peine à croire qu'ils aient seulement connu le mouvement de Mars, Jupiter et Saturne au tour du Soleil [voyez sur le mouvement de Mercure et de Vénus autour du soleil la note 10 de la p. 651 qui suit], et la proportion de leurs cercles; parce que Platon ayant acheté les Ecrits de Philolaus [ce fait est mentionné par Diogène de Laërce. De vitis dogmatis et apophtegmatibus eorum qui in philosophia claruerunt. VII. 84, 85: Φιλόλαος ἑρπυσσυνίδης Πυθαγορείης, παρὰ τούτου Πλάτων ἀνακασθαι τὴ βιβλίαν τὰ Πυθαγορείων Διόντι γράψαι], y auroit trouvé tout le Systeme Copernicain s'il y eût esté, et ne s'en feroit pas teu. Mais quant à la vertu centrifuge qui contrebalance la pesanteur j'en remarquay ces jours passéz quelque vestige dans Plutarque au Traité de facie in Orbe Lunæ, où il dit que la pesanteur de la Lune ne la fait pas descendre vers la Terre, parce que cette pesanteur est effacée par la force de son mouvement circulaire, semblable à celle qu'on sent quand on fait tourner une pierre dans une fronde. Cela vient apparemment de quelque plus vieux philosophe.

On voit que Huygens connaissait et appréciait le traité de Plutarque déjà en 1690; à moins que ce que nous appelons ici le § 22 n'ait été ajouté plus tard, ce qui ne nous semble pas être le cas.

Nous observons encore à propos de Newton que dans son „De mundi systemate” de 1728 celui-ci dit (p.1.) que déjà Philolaus pensait généralement „Planetæ . . . circa Solem revolvī” et la terre parmi elles; il ajoutait: „Ab Aegyptiis autem astrorum antiquissimis observatoribus propagatam esse hanc sententiam verisimile est”. C'est ce qu'on ne croit plus aujourd'hui. Voyez sur les Egyptiens la note 10 de la p. 651 déjà citée plus haut.

²⁶) Comparez le § 10 qui précède.

III.

QUOD ANIMALIUM PRODUCTIO, PRÆSERTIM HOMINUM, PRÆCIPUUM SAPIENTIE INTELLIGENTIEQUE DIVINÆ SIT OPUS ¹⁾.

§ 1. Non expendendam molem rerum creatarum in judicanda præstantia. Terræ ingens moles et globi planetarij solisque ipsius et stellarum nihil comparandum hac in parte habent cum minimo animale aut insecto ²⁾. Et si enim ordo ille rerum coelestium, et constans ac tamen varius motus, eam pridem admirationem in animis hominum peperit ut non authorem tantum sed et præsidem et motorem assiduum Deum hinc agnoscere crederent, id nunc non ita necessario opinandum videtur, cognita motuum istorum natura simplici seque ipsum sustentante. Semel enim conglobata et in suis orbibus agitata hæc corpora (a potente nimirum opifice) sponte sua circuitus inceptos continuare potuerunt. In terræ autem regionibus magna quidem sunt hæc omnia, mare fluvij montes sylvæ, nec parvam utilitatem nobis præbent. Sed quoniam prorsus irregularis horum omnium est situs ³⁾, ut in sphaeris geographicis apparet, magis potentiae quam intelligentiæ divinæ operationem præferunt. Sed cum animalium genus intuemur, hic sive ad artificiosam membrorum compaginem attendimus sive ad sensuum mirabilem perceptionem sive ad generationis mysteria; ubique subtilissimæ scientiæ et perfectissimæ artis indicia intuemur, ut vel ex sola oculi geometrica constructione ostendi potest, qui præter summam geometriæ subtilitatem tam insigni industria ad motum illum materiæ æthereæ quæ lucem efficit attemperatus est, ut nihil minus unquam homini in mentem venire potuisset, quam talis inventi idea ⁴⁾. Si vero ad interiora mentis humanæ attendamus ⁵⁾, quanto intervallo quæ huic insunt, rebus omnibus corporeis, artificijisque ex mechanica et geometria petitis præstant. ut memoria, intel-

¹⁾ Manuserit G, f. 40—42.

²⁾ Comparez la fin du § 2 de la Pièce „Que penser de Dieu?” qui précède. Et aussi la note 8 de la p. 516 du T. XVII (lettre de Gassendi).

³⁾ Comparez la fin de la Pièce „De rationi impervijis” qui précède.

⁴⁾ Comparez, à la p. 799 du T. XIII, la fin de l'article „De l'oeil et de la vision” qui peut fort bien dater également de 1690.

⁵⁾ Comparez ce que Huygens dit déjà en 1653, p. 135 du T. XIII, sur l'impossibilité de comprendre comment la „pictura visibilium . . . ad cerebrum mentemque nostram perferatur”.

lectus, rationum collectio, voluptatis sensus. Quæ sunt ejusmodi, ut longissime captum nostri ingenij limitesque excedant.

Cum igitur inter opera Dei excellat cæteris animalium hominumque formatio, non est verisimile in una hac Terra nostra primarium hoc opus molitam esse providentiam, in cæteris nihil tale, sed ea tantum in quibus nullius exquisiti artificij vestigium appareat.

§ 2. Ratione non posse concipi unde animalia aut quomodo creata ⁶⁾.

§ 3. Quid quod ex his quæ ad animalia hominesque attinent suprema illa intelligentia ac providentia necessaria quadam ratione deducitur, cum reliqua omnia quæ tum in terra tum in coelo intuemur ex atomis motuque eorum oriri potuisse pertinax aliquis Epicuri sectator ostensurus sit. Sed iidem cum ad animalia ventum est, frustra se torquent, et, nisi desipiant, digitum Dei in his se agnoscere confiteri debent in quibus omnia ad destinatum finem tam providè disposita apparent. Quis enim tam impudens ut aves volare dicat quia alatæ sunt. non autem datas esse alas ut volent ⁷⁾ (en marge, biffé: nec fruges aut cætera omnia quibus nutrimur eâ gratiâ creata esse, sed nos ipsi vesci, quod ad alendum apta invenimus).

§ 4. In easdem fere angustias novi philosophi sese conjiciunt ⁸⁾. Cum enim potentiam divinam tantummodo ad motum materiæ imprimendum mutuatur ⁹⁾, cujus motus vi ac legibus formari docet ⁹⁾ Soles Terrasque et in his omnia fere quæ cernimus, etsi nimia plerumque audacia; nihil prorsus de bestiarum aut hominum, aut minimorum denique insectorum origine attingit ⁹⁾; neque id mirum, quoniam nequaquam intelligi potest, ex semel ita concitatis materiæ particulis ejusmodi quid quale est animal conflatum iri quod illi ¹⁰⁾ ingenuè fateri debuerant ¹⁰⁾ eoque nihil hic sibi liquere ¹¹⁾.

§ 5. Ad hæc igitur peculiaris quædam Dei opera requirebatur, quæ quo pacto sese exercuerit dum tot varias vivorum animalium formas molitur atque in Terram per-

⁶⁾ Comparez le § 7 de la p. 514.

⁷⁾ Comparez ce que dit Leibniz dans son Discours de Métaphysique de 1686, savoir qu'il faut „s'éloigner des phrases de quelques esprits fort pretendus qui disent qu'on voit parce qu'il se trouve qu'on a des yeux, sans que les yeux aient été faits pour voir”.

⁸⁾ Huygens avait d'abord écrit: sese Cartesius conjicit.

⁹⁾ Huygens a oublié de corriger „mutuatur” en „mutuantur”, „docet” en „docent” et „attingit” en „attingunt”.

¹⁰⁾ Ici le singulier a été corrigé en pluriel.

¹¹⁾ Comparez l'Appendice IV au „Cosmotheoros”.

ducit id verò omnium rerum quas unquam scire optavi supremum est et maximum. Hic tantum voluntatem ac potentiam Dei Mosaïca historia adducit, cum jussu ejus cuncta exorta esse narrat. Nec quicquam ulterius aut ratio aut conjectura humana pervestigare potuit aut poterit unquam.

Ici sont intercalées les citations des Dialogues de la Mothe le Vayer que nous publions comme Appendice aux présentes Pièces et dont nous avons parlé dans l'Avertissement.

§ 6. Quid hic philosophi? Audi sunt nonnulli æternum mundum æternamque hominum progeniem statuere, quo et atomorum confluxum et providentiam excludunt¹²⁾. Nam si quid ab æterno fuit, id nullum sui authorem habere potest, cum duorum æternorum neutrum altero prius aut diutius extiterit. Adversus hos multa afferri solent, quædam etiam ex Terræ ipsius natura et mutabili facie. Mihi hoc novum ex philosophia petitum argumentum cæteris præstare videtur.

Quæcunque certo modo se habent, cum *natura sua* (leçon alternative: cum appareat nihil ob stare quin) aliter quoque se habere potuissent, ea causam habere ex qua sint qualia sunt. Itaque fuisse tempus cum talia non essent, ac proinde non fuisse talia ab æternitate¹³⁾.

Terra sphaeræ formam habet cum aut cylindri aut cubi habere potuerit. (En marge: CrySTALLI forma hexagona). Aliqua igitur causa fuit quæ in istam formam eam compegerit. Fuit igitur prius materia ejus, ac proinde non ab æterno tempore exitit hic terræ globus. Planetæ circa Solem omnes in eandem partem circumeunt, cum potuerint aliqui in contrariam ferri¹⁴⁾. Est ergo causa quædam quæ omnes istos circuitus consistere coegit. Ergo non est ab omni æternitate systematis hujus ordo. Terræ moles quinquagescupla est magnitudinis Lunæ. cur non centupla, aut æqualis duntaxat, nisi quia tanto major materiæ copia ad formandam terram confluit. Non igitur ipse globus ab æterno.

¹²⁾ Il est bien connu qu' Aristote opine pour l'éternité du monde (comparez la note 48 de la p. 363 qui précède) et qu' Epicure et Lucrèce parlent d'un „confluxus atomorum” fortuit (comparez le § 3 qui précède et la note 49 de la p. 364); tandis que la création du monde par une „providentia” est la thèse biblique à laquelle Huygens se rallie.

¹³⁾ Comparez le § 41 des „Pensees meslees”.

¹⁴⁾ On voit bien ici — consultez la p. 437 qui précède — que Huygens n'est plus partisan du vortex deferens solaire, mais plutôt des tourbillons multilatéraux de son invention à lui; lesquels il ne mentionne cependant nulle part dans la présente Pièce: comparez la Pièce V de la p. 577 qui suit.

§ 7. At veritates geometriæ ¹⁵⁾.

Ici Huygens se montre, peut-on dire, Pythagoricien et Platonicien. Voyez le début de notre Avertissement. Mais consultez aussi les l. 14 -- 16 de la p. 668 qui suit.

§ 8. At si spatium mundi tibi proponas, non potes cogitare id aliter quam uno modo se habere posse; esse nimirum extensum in infinitum. Hic igitur nulla causa accersenda est quæ tale effecerit, nihilque proinde ex hoc axioma obstat quo minus semper fuerit ¹⁶⁾.

§ 9. Terræ vero rotunditas nihilo minus causam habet, quam aut aquæ gutta aut bullæ pueri ex aqua sapone mixta. Quamobrem sicut hæc ita et terra fuit ex materiæ portione quadam in sphaeram coacta. Itaque ante formata fuit quam animalia aut arbores in eam imponderentur. At quomodo hoc factum aut **quo progressu?** dicant si possint philosophi.

Parmenides ex Sole ¹⁷⁾, at ex terra fere omnes: vix enim dici possit aliunde advecta esse. Sed quomodo ex terra? Nam forma animalis ex luto effecta qualem hominem a Prometheo fabulabantur immensum distat ab eo quod est animal ossibus musculis nervis oculis totque alijs intus innumeris partibus compositum. An ut Tages ille ¹⁸⁾ e Terræ sulco homines primi emerferunt? Longum esset commenta omnia populorum hic referre, in quibus nihil est quod aliquam veri speciem habeat. Putarunt quidam ex limo Aegypti mures generari, quod si ita esset, possent et elephanti et homines. Sed illud haudquaquam credibile est, ex terræ particula utcumque aquæ mixta tanti artificij automaton existere jamque satis perspectum est et experimentis compertum omnia ex semine nasci, imo infecta quoque. Quod si mures, cur non continuè aliæ atque aliæ formæ animalium e terra gignuntur? aut cur non omnis Aegypti limus in mures vertitur?

Fatendum est itaque postquam Terræ globus coaluit, mirabili quadam ratione nec nobis intelligibili, animalia et in his homines formatos esse. Vix dubitandum quoque

¹⁵⁾ Comparez la fin du § 23 de la Pièce II qui précède: „Geometria ubique eadem est necessario”.

¹⁶⁾ Comparez sur l'infinité du temps et de l'espace le § 2 de la Pièce „De rationi impervijs”.

¹⁷⁾ Dans son „De vitis” etc. Diogenes Laërtius dit en parlant de la doctrine de Parménide (IX. 22): *γένεσθαι τε ανθρώπων ἐξ ἡλίου πρώτου γένεσθαι αὐτὸν δὲ ὑπάρχοντα τοῦ θερμίου καὶ τοῦ ψυχροῦ. ἐξ ὧν τοῦ πάντα συνιστάσθαι*. D'après Parménide, nous semble-t-il, les hommes ne proviennent pas du soleil mais ont été primitivement engendrés ici-bas par la chaleur solaire.

¹⁸⁾ Cicero, de Divinatione II, 50; „Tages quidam dicitur in agro Tarquiniensi cum terra araretur extitisse repente . . . ut in libris est Etruscorum”.

quin animantium hominumque collocandorum gratia Terra fuerit condita. Ergo et Planetæ reliqui non abfimili fine; nec ab ijs præcipuum illud præstantissimumque Dei opus abesse putandum. Quum etiam sibi placuisse videtur natura in tam diversis animalium formis reperiendis!



IV.

INSOLITUM SPECTACULUM PEREGRINO EX JOVE ADVENIENTI ¹⁾.

§ 1. Quam insolitum igitur primo spectaculum Peregrino nostro ex Jove advenienti Solis orbis tanto major apparens, tantoque lucidior quam in sua Terra eum viderit, fit enim diameter quintupla, discus et calor vices et quinquies major. Quid longitudo dierum. nam in Jove 5 horarum dies omnes sunt, et ijs pares noctes. Quid æstatis et hyemis vicissitudo, quæ Jovialibus nulla est. Quid arbores et herbæ omnes penitus diversæ. quid urbes palatia Turres tantæ a tantillis animantibus exstructæ. Quæ admiratio nunquam viforum animalium in Terra gradientium, voluerum, piscium, et diversitatis tantæ in his singulis, ut Equi, Cervi, Elephanti, Histricis, Testudinis, Serpentis, Aquilæ, Vespertilionis, Struthiocameli, Pavonis, Ceti, Crocodili, Canari, Oitrei, Rajæ, Anguillæ. Sed præcipue ejus animalis quod nusquam non occurrit, quod cæteris dominatur, quod intelligentia præcellit, quod plurimis eorum vescitur, alijs inequitat aut ad currus jungit. Quid miram vestium varietatem? Quid de hominis forma, facie incessu cursu dicturus. Quam maximam in muliere pulchritudinem ne perciperet quidem. Sed ubi ad penitus inspicendas res hominum a Duce suo Mercurio quantam opus est perspicaciam intelligentiamque accepisset, quantopere loquendi facultatem admiraretur si tamen hanc apud suos non ante cognoverat.

Quidve ei videretur scribendi inventum, ad significanda quæque procul absentibus, vel ad rerum gestarum et omnis vetustatis memoriam conservandam. Quid geometriæ et arithmeticæ rationes quibus solis syderumque et ipsius Jovis distantias investigamus. Etsi enim ostenderimus ante, probabili conjectura, non deesse planetarum incolis tales quaspiam artes, multa tamen horum aliter apud nos sese habere quis non existimet? Quid machinas et instrumenta varia? quid horologia automata, quid teleseopia.

Quid in solis navibus eorumque usu tot accumulata inventa, funes trochleæ quibus tanta moles ab hominibus regatur. Vela quibus vel per adversos ventos elucantur (autre leçon: iter moliuntur). Clavus, Pyxis cum acu magnetica, Paralleli cognitio ex observatione Solis.

Quid pulveris nitrati vim horribilem in tormentis aeneis, et diruptione sphærarum concavarum è ferro.

Quid bella ipsa et mutuam interneccionem hominum. Quid industriam in materia variorum metallorum, ligni, lapidum, lanæ, corij ad usus nostros adaptanda, quid in-

¹⁾ Comparez le § 19 de la Pièce II qui précède.

strumenta fabrilia ferras limas dolabras terebras, tornum. quid linteorum ex herbis, quid vitri materiam tantamque in ea formanda dexteritatem. quid specula et in ijs reflexas imagines. quid ferici ex vermium telis textura. frumenti satio, vina ex condito uvarum succo. quid spiritum vini inflammabilem. quid lumina nocturna cereorum et candelarum. Quam in his omnibus humani ingenij sagacitatem suspiceret. quamque rursus providentiæ divinæ profunditatem in varijs generandi modis, in sexuum differentia, utque animalia terrestria fere intra corpora sua foetus aliquo usque nutrant, deinde in lucem editos lactent; avium genus ova pariat, quæ infesta pullos edant. Pisces ovorum item sed minutorum myriades ejiciant quæ marium semine contacta non alio quam aquæ tepore excludantur. Quam diversam etiam ab his insectorum ortum et mutationem adverteret, ex ovo crucam aut vermiculum, ex his aureliam ²⁾, ex hac contracta post longam quietem muscam aut papilionem, ex quibus rursus ova.

Horum partim in Jove se vidisse similitudinem aliquam meminisset, partim nova penitus aspiceret.

§ 2. Nos vero cunctis his simul sumptis (leçon alternative: in unum collectis), nihilo pauciora aut deteriora in illo Planeta extare existimabimus, si superius dicta recordermur, imo et plura et meliora in tanto majori Terra inesse non absque ratione suspicabimur.

Multa apud illos esse quæ nobis in mentem venire nequeunt. Aliqua vero esse quæ nostris partim assimilentur, partim ab ijs diversa sint. Gravitate fere eadem in Jove atque hic prædita sunt corpora ut ex Newtoni et nostro calculo efficitur ³⁾. eoque pari celeritate decidunt. Potest tamen aer apud illos crassior graviorque esse, magisque corporum motui resistere. Potest aqua esse nostra gravior aut levior. Minus autem liquida aut perspicua esse non potest, quin et minus pulchra sit minusque utilis. Nubes in Jove satis perspicue deprehendimus ex mutatione frequenti macularum ac zonarum quarundam cætero corpore obscuriorum.

Possunt animalia nostris majora esse, fortasse vero minora. nam neque in dierum longitudine proportio globorum servata fuit. Possunt plura genera esse ratione utentium. Possunt non vesci animalibus sed fructibus quos terra largitur. Possunt minus tumultuose degere quam nostræ gentes, quanquam videri possit paupertas et incommodorum arcendorum necessitas plurimis inventis originem dedisse.

Formas vero tum animalium tum arborum ac plantarum omnes a nostris hisce diversas esse credibile est, cum in Americæ regionibus vix ulla reperta sit similis Europæis, nisi avium quarundam quæ per aerem aut hinc eo transierunt aut inde ad nos.

²⁾ Hnygens désigne apparemment par „aurelia” — mot qui nous est inconnu — la nymphe ou chrysalide. On pourrait conjecturer qu'il cite de mémoire un mot de Columella („Rei rusticae libri” IX, 3,2) lequel parle de „apes ex aureolo varias”.

³⁾ Voyez sur ce sujet les p. 408—412 qui précèdent.

Animalia quæ istis sunt ratione prædita, manibus carere non poterunt, vel non multum dissimili membro, quas tam necessarias existimavit philosophus quidam — en marge: Anaxagoras. vide Plutarchum de amore fraterno, principio — ut in his causam respiceret hominum sapientiæ ⁴⁾. Hoc voluit puto, absque ijs homines ad cultum animi scientiamque et rerum cognitionem non fuisse perventuros. Finge enim pro manibus datas ungulas quales equis, aut bubus; nunquam nec oppida nec domos etiam si ratione instructi exædificassent, nihil de quo loquerentur habuissent nisi de ijs quæ ad pabulum et conjugium attinent, omni scientia caruissent, omni rerum memoria; denique a bestiis parum abfuissent ⁵⁾.

⁴⁾ Plutarque cite en effet Anaxagore au début de son Traité „De amore fraterno” ou *Περὶ φιλαδελφίας*. Nous y lisons: „Atqui exemplum usus fraterni natura non longè a conspectu removet: sed in ipso corpore pleraque necessaria fecit duplicia, germana, & gemella, manus, pedes, oculos, aures, nares. eo significans, omnia hæc salutis & mutui auxilij, non dissidij causa & pugnæ sic esse divisa. Ipsasque manus in multos atque inæquales seissas digitos omnium instrumentorum accuratissimè & artificiosissimè paravit: adeo ut Anaxagoras ille priscus humanæ sapientiæ causam manibus imputaverit”.

⁵⁾ Ce passage, à partir du mot „Finge”, se retrouve presque textuellement dans le „Cosmotheoros”: voyez la p. 739 qui suit.

APPENDICE I

AUX RÉFLEXIONS SUR LA PROBABILITÉ DE NOS CONCLUSIONS ETC.

Des dialogues de la Mothe le Vayer.

Anima a corpore semota neque amat neque reminiscitur. Aristoteles, l. 1 et 3 de anima cap. 6 ¹⁾).

Papa Gregorius magnus ²⁾ libros Ciceronis legi vetuit ³⁾).

Basilides soutenoit qu'il n'y avoit rien d'incorporel. Sextus Empiricus, 7, adversus Mathematicos ⁴⁾).

τοιοῦς γὰρ νόος ἐστὶν ἐπιχθονίων ἀνθρώπων
οἷον ἐπ' ἡμᾶρ ἀγῆσι πατήρ ἀνδρῶν τε θεῶν τε Philos. sceptique ⁵⁾).

Pauci illam quam conceperunt mentem domum perferre potuerunt. Seneca ep. 109 ⁶⁾).

¹⁾ Dialogues II, p. 28 (Dialogue de l'ignorance louable). Les passages cités d'Aristote sont les suivants. Περὶ ψυχῆς I, 4 (ed. J. Bekker, Berlin, C. Reimer, 1831, Vol. I, p. 408b): καὶ τὸ νοεῖν οὐ καὶ τὸ θεωρεῖν μαχάνεται ἄλλου τινὸς ἔσθαι φερομένον. αὐτὸ δὲ ἀπαθείς ἐστιν. τὸ δὲ θεωρεῖσθαι καὶ φιλεῖν ἢ μισεῖν οὐκ ἐστὶν ἐκείνου πάθη, ἀλλὰ τοῦδε τοῦ ἔχοντος ἐκείνο. ἢ ἐκείνο ἔχει, διὸ καὶ τοῦτου φερομένον οὔτε μνημονεύει οὔτε φιλεῖ. — Περὶ ψυχῆς III, 5 (Bekker, Vol I, p. 430a): χωρισθεῖς δ' ἐστὶ μόνον τοῦδε ὁ περὶ ἐστὶ, καὶ τοῦτο μόνον ἀσάνατον καὶ αἰθερόν. οὐ μνημονεύομεν δὲ. ὅτι τοῦτο μὲν ἀπαθείς, ὃ δὲ παθητικὸς νόος φερατός, καὶ αὐτοῦ τοῦτου οὐδὲν νοεῖ.

²⁾ 590—604.

³⁾ Dialogues II, p. 25 (Dialogue de l'ignorance louable).

⁴⁾ Dialogues II, p. 41 (Dialogue de l'ignorance louable). C'est au § 258 du livre VIII „Adversus mathematicos” que Sextus Empiricus parle de οἱ περὶ τὸν Βασιλείδην, οἷς ἐδόξε μηδὲν εἶναι ἀσώματον.

⁵⁾ Dialogues I, p. 17 (Dialogue de la philosophie sceptique). Citation d'Homère (Odyssée XVIII, 136—137):

τοῖος γὰρ νόος ἐστὶν ἐπιχθονίων ἀνθρώπων.
οἷον ἐπ' ἡμᾶρ ἀγῆσι πατήρ ἀνδρῶν τε θεῶν τε.

Sextus Empiricus cite ces vers „Adversus mathematicos” VII, 128.

⁶⁾ Dialogues, même endroit. C'est dans la lettre 108 que se trouvent les paroles citées dans l'édition de 1914 (Lipsiæ, Teubner) par O. Hense de „L. Annaei Senecæ ad Lucilium epistularum moralium quæ supersunt”.

Le P. Paolo s'effoit imaginè que le genre humain estoit originaire de quelques Tritons et femmes marines ⁷⁾. Mais d'ou est ce qu'il pensoit que ceuxcy fussent venus?

Non enim oportet opiniones mortalium easdem semel aut iterum, aut juxta quempiam parvum numerum redire dicamus, sed infinities. Aristoteles, l. 1. Meteor. c. 3 ⁸⁾.

Parce que quand Epicure dit Non accedet ad rempublicam sapiens, nisi si quid intervenerit, c'est le mesme qu'a prononcè Zenon, Accedet ad rempublicam nisi si quid impedierit. Car en effet l'un et l'autre enseignent la retraite ⁹⁾.

Invenerunt quemadmodum plus quies illorum hominibus prodesset quam aliorum discursus et sudor. Cicero ¹⁰⁾.

Ella non potrebbe credere quanto ho perduto dopo che attendo à queste canzoni politiche, così nella fanita, come nella compositione dell'animo, e nella vivezza del cervello. Ma anco il nostro effère è una leggerezza, e conviene passarsi in rifo il doverlo perdere. Ex epist. P. Paolo. ¹¹⁾.

Plusieurs ont cru avec S. Augustin (en marge: non pas) et avec le subtil docteur l'Escot ¹²⁾, que les femmes ne participeroient à la resurrection generale, qu'en changeant de sexe, et perdant le feminin pour le viril ¹³⁾.

Mulier tum demum est bona, cum apertè est mala ¹⁴⁾.

⁷⁾ Dialogues I, p. 147 (Le banquet sceptique). Voyez sur le Père Paolo la note 25 de la p. 538 qui précède.

⁸⁾ Dialogues II, p. 196 (Dialogue de l'opiniastreté).

Le passage cité d'Aristote, se trouvant à l'endroit indiqué (éd. Bekker, Vol I. p. 339b) est le suivant: οὐ γὰρ ὅτι γήσονται ἀπὸς οὐδὲ θίς οὐδ' ἀλεγάις τῆς αὐτῆς θύξας συναναλίσσειν γενομένης ἐν τοῖς οὐδ' ὁρίσιν ἀλλ' ἀπειράτως.

⁹⁾ Dialogues II, p. 247 (Dialogue de la politique).

¹⁰⁾ Nous n'avons pas réussi à trouver cette citation (?) dans les Dialogues.

Huygens peut l'avoir ajoutée de son crû. D'après les lexiques, consultés in vocibus „discursus” et „sudor”, Cicéron ne s'est d'ailleurs jamais exprimé dans ces termes.

¹¹⁾ Dialogues II, p. 252 (Dialogue de la politique).

¹²⁾ Il s'agit de Johannes Scotus Erigena (neuvième siècle).

¹³⁾ Dialogues II, p. 408 (Dialogue du mariage).

¹⁴⁾ Dialogues II, p. 406 (Dialogue du mariage). De la Mothe le Vayer n'indique pas d'où il tire cette citation.

Matrimonium vocatur unius adulterium. Seneca. 3. de benef. c. 16 ¹⁵).

Epicure nommoit les bestes, specula naturæ. Cicero 2 de fin. ¹⁶).

Nullus enim philosophus hactenus demonstravit animam hominis esse immortalem, nulla apparet demonstrativa ratio, sed fide hoc credimus et rationibus probabilibus consonat. Card. Cusanus, en expliquant les paroles du ch. 3 de l'Écclésiaste vers la fin. Quis novit si spiritus filiorum Adam ascendit sursum &c. ¹⁷). Huygens écrit par erreur Card. Cusanus au lieu de Card. Cajetanus (également antérieur à Descartes).

De las cosas mas seguras
la mas segura es dudar ¹⁸).

¹⁵) Dialogues II, p. 443 (Dialogue du mariage) „... celles qui n'ont qu'un mignon, passent pour des superstitieuses entre les galantes, & dans les bonnes compagnies, matrimonium vocatur unius adulterium". Nous lisons dans le cap. 16 du livre III de Sénèque „De beneficiis" (dans l'édition de C. Hosius, Lipsiæ, Teubner, 1914): „Numquid iam ullus adulterii pudor est... Infrunita et antiqua est quæ nesciat matrimonium vocari unum adulterium".

¹⁶) Dialogues II, p. 167 (Dialogue de l'ignorance louable). Cicéron „De finibus bonorum et malorum" II, 32.

¹⁷) Dialogues II, p. 104—105 (Dialogue de l'ignorance louable).

¹⁸) Dialogues II, p. 416 (Fin du dialogue de la divinité cité aussi dans la note 24 de la p. 537. qui précède). Huygens entendait probablement plus ou moins l'espagnol, puisqu'il avait dans sa bibliothèque un assez grand nombre de livres écrits dans cette langue.

APPENDICE II

AUX RÉFLEXIONS SUR LA PROBABILITÉ DE NOS CONCLUSIONS ETC.

Pour mieux faire connaître les Dialogues de la Mothe le Vayer qui a apparemment eu une certaine influence sur Huygens, nous croyons utile d'en copier quelques pages.

II, p. 184 et suiv. (Dialogue de l'Opiniaftreté): „Tant s'en faut que je pense que les longues études & les plus profondes cogitations rendent un esprit dogmatique et afferteur . . plus clairvoyant & meilleur juge de ce qu'il s'est proposé de reconnoître, qu'au contraire, j'estime que souvent son travail ne luy sert qu'à s'esloigner de la verité & à le rendre contre elle d'autant plus opiniaftré. Ce qui procede de ce qu' Aristote discourt si bien au dernier chapitre du second livre de sa Metaphysique, c'est à sçavoir, que nostre façon de concevoir, d'apprendre & de discourir, despend bien souvent de la coustume, laquelle nous emporte & tyrannise mesmes en ce poinct, *auscultationes seu rationes discendi secundum consuetudines accidunt* ¹⁾, en telle sorte, que celui qui s'adonne aux Mathematiques, veut tout soubmettre aux demonstrations de son art, celuy qui aime la fable & la mythologie, ne discourt & ne s'explique que par parabole. Ainsi le Philosophe Musicien Aristoxenus dans Cicéron, 1. Tuscul. qu., *artificio suo non recedit*, voulant que nostre ame ne soit autre chose qu'une douce harmonie ²⁾; ainsi Pythagore assubjetissoit toute sa Philosophie aux mysteres de ses nombres ³⁾; Aristote luy mesme aux regles de sa Logique ³⁾; Platon à ses idées ⁴⁾;

¹⁾ En grec: *Αἱ ἀκροάσεις κατὰ τὰ ἔτη συμβαίνουσιν*, etc. C'est dans l'édition de Bekker (Vol. II, p. 994^b) le dernier paragraphe du second chapitre du premier livre de la Métaphysique.

²⁾ Tusculanæ disputationes, I, §§ 19—20. Cicéron ajoute à bon droit: „et tamen [Aristoxenus] dixit aliquid, quod ipsum quale esset erat multo ante et dictum et explanatum a Platone”.

³⁾ Nous saisissons cette occasion pour citer un passage de la p. 160 des „Archæologiæ philosophicæ libri duo” de 1692 de Th. Burnet (voyez sur ce livre la p. 664 qui suit) où ce contemporain anglais de Huygens dit, comme lui, que, plutôt que de suivre Pythagore ou Aristote, le physicien doit s'en tenir à la fois à la ratio et à l'experientia (comparez la p. 31 du T. XVIII): „Nec tamen dissimulandum est, ingenium Pythagoricum, Platonicumque, hoc vitio laborasse, quod res Physicas in rationes Mathematicas, numeros & proportioniones, resolverit: uti postea Aristoteles in rationes Logicas. Uterque peccavit nimia subtilitate, dum tennibus araneorum filis Divam Naturam tenere studerent, quæ non nisi ferreis aut adamantinis catenis, ratione rigida fidsique observationibus, se constringi patitur”.

convient d'ajouter (comparez la note 5 de la p. 768 qui suit) que la Mothe le Vayer,

Democrite & votre Epicure à leurs Atomes ou corps infectiles; les Chimistes à leurs principes & fourneaux; les Cabalistes & Rosicroix à leurs traditions & figures énigmatiques; Gilbertus à la vertu aimantée; Copernicus (après Philolaus & Hicetas auteurs de cette pensée) à la mobilité de la terre; bref, chacun se forme une ratiocination, & ensuite un système à part, & à sa mode. Or, de l'heure qu'un esprit, pour bon souvent qu'il soit, s'est ainsi laissé prévenir de quelque particulière imagination & a pris à party de la soutenir, sa force ne luy sert plus qu'à se confirmer & roidir en icelle, rejetant animentement tout ce qui semble luy pouvoir contrarier. C'est ce que Verulamius s'est avisé de fort bien appeler *idola specus* en son nouvel organe, *habet enim, dit-il, unusquisque specum sive cavernam quandam individuum, quæ lumen naturæ frangit & corrumpit*; & nous pouvons bien dire en ce sens, que l'homme est un grand idolâtre, n'y ayant peut estre que le seul Sceptique qui se puisse aucunement exempter de tomber en cette flatteuse idolatrie de ses fantaisies, à cause de l'indifférente constitution intérieure de son esprit". P. 235—236 (même dialogue): „Les Dogmatiques, qui sont dans la prévention, ne voyant souvent les choses que du biais qui favorise leur sentiment anticipé, ce n'est pas merveille qu'ils inclinent promptement à l'un ou à l'autre party, avec tant de pesanteur qu'on ne les en puisse plus demouvoir, *qui ad pauca respiciunt, de facili pronuntiant*. Mais quant à ceux de nostre famille, qui sont les réflexions convenables sur la probabilité [nous soulignons] de toutes propositions, au lieu de se laisser emporter foiblement à pas un party, ils s'arrestent genereusement sur leurs propres forces, entre les extrémités de tant d'opinions différentes, qui est la plus belle & la plus heureuse assiette que puisse posséder un esprit Philosophique".

Voyez aussi les l. 6—7 de la p. 3 du T. XIX.

de même que Burnet, ne pouvait, au dix-septième siècle, avoir une idée quelque peu précise de l'évolution de la pensée d'Aristote. „Aristote, sans abandonner sa prédilection pour un système scientifique logique, l'oeuvre de sa vie entière, et sans renoncer à la recherche des causes premières... en arrive à reconnaître à l'observation méthodique le rôle primordial et à en faire la base essentielle de toute recherche scientifique" (Pierre BrUNET et Aldo MIELI „Histoire des Sciences. Antiquité", Payot, Paris. 1935, p. 233).

⁴⁾ Voyez sur l'évolution de la pensée de Platon la note 15 de la p. 533 qui précède ainsi que la note 5 de la p. 768 qui suit.

APPENDICE III

AUX RÉFLEXIONS SUR LA PROBABILITÉ DE NOS CONCLUSIONS ETC.

Chartæ astronomicæ, f. 129. C'est une étrange chose que l'idée du plaisir, et du sentiment que nous en avons tant de celui de l'esprit que de celui du corps, qui revient aussi à l'esprit. La divinité qui a fait ce don aux hommes et aux animaux, doit être en possession d'un plaisir infiniment plus grand et a nous inconcevable.

Il est vrai que personne ne s'est encore avisé de mettre cela parmi les attributs de la divinité, si ce n'est peut être les Epicuriens, mais ils n'en parloient pas sérieusement ¹⁾.

Chartæ astronomicæ, f. 127 v. Que j'ay remarqué la joye de ceux qui ont bien compris et se sont persuadés du vrai système. Bien plus encore s'il leur arrive de découvrir quelque nouveauté. Quelle joie ne doit avoir eu Copernic lors qu'il s'est satisfait comme philosophe. Quelle joie de Galilee dans la vue de ses grandes decouvertes. surtout des satellites. toutes pour confirmer le système.

Même endroit. L'esprit faute d'occupation satisfaisante s'adonne a chercher des voluptez passageres et qui souvent ne se peuvent avoir qu'avec l'injure des autres.

Chartæ astronomicæ, f. 122. Nous avons un lieu pour habiter plein de belles choses et d'agrecables, mais nous gâtons nostre bonheur par nostre folie et mechanceté.

¹⁾ Nous répétons ici, comme on voit, le § 10 de la p. 328 qui précède. Comparez ce que Lucrèce dit sur les dieux, note 49 de la p. 364.

ASTRONOMICA VARIA 1690—1691 ¹⁾.

- I. VITESSES DE LA MATIÈRE DES TOURBILLONS MULTILATÉRAUX.
- II. MERCURIUS IN SOLE OBSERVATUS NORIBERGÆ 31 OCT. 1690 A
J. PH. WURTZELBAUR ²⁾.
- III. FIRMAMENTUM SOBIESCIANUM. EX HEVELII PRODROMO ASTRONOMIÆ
OPERE POSTHUMO ²⁾.
- IV. CONJUNCTIO VENERIS ET SOLIS 15 NOV. 1691 PARISIJS OBSERVATA À
LA HIRE ²⁾.
- V. FAUT-IL CROIRE À L'EXISTENCE DES TOURBILLONS?



¹⁾ Il faut pourtant observer que la dernière des cinq Pièces ne porte pas de date; elle peut fort bien dater d'un peu plus tard.

²⁾ C'est le titre que Huygens lui-même donne à cette Pièce.

Si les celeritez propres de la matiere fluide sont en raison contraire sousdouble des distances du centre, alors les pesanteurs seront en raison contraire des quarez des distances, comme l'establit M. Newton, et le prouve par l'equilibre des Planetes ²⁾. Car une planete neuf fois plus eloignee qu'une autre va trois fois plus lentement par son mouvement propre dans son orbe ³⁾, comme cela se deduit des temps periodiques qui sont 27 a 1 d'ou l'on trouve sa force centrifuge $\frac{1}{81}$ de la force centrifuge de la plus proche. A fin donc que sa pesanteur soit de mesme $\frac{1}{81}$ de la pesanteur de la plus proche, il faut que la force centrifuge de la matiere fluide a l'endroit de la plus eloignee soit aussi $\frac{1}{81}$ de la force centrifuge de la matiere fluide a l'endroit de la plus proche. ce qui sera ainsi si la vitesse de cette matiere pres de [la] planete eloignee est $\frac{1}{3}$ de sa vitesse pres de la plus proche. De sorte que les vitesses de la matiere a l'endroit de chaque planete gardent la mesme proportion que les vitesses des planetes mesmes.

Ceci s'applique à un ensemble de tourbillons multilatéraux: nous savons (voyez notre Avertissement au Discours de la Cause de la Pesanteur) que depuis l'apparition des „Principia” de Newton Huygens admettait ces tourbillons-là pour le système solaire.

¹⁾ Manuscrit G, p. 52 v. La p. 53 r porte la date du 27 août 1690.

²⁾ Ce qu'„etablit M. Newton” est seulement, comme on sait, que „les pesanteurs”, pour qu'il y ait „equilibre des Planetes” doivent être „en raison contraire des quarez des distances”.

³⁾ Tous les orbes étant par hypothèse circulaires et concentriques.

II¹⁾.

Mercurius in sole observatus Noribergæ 1690. die ultima Octobris a Joh. Phil. Wurtzelbaur ²⁾).

Die 30 Oct. post meridiem.

Tempus Horol. Oscill.

Hora supputata

h. m. s.

h.

6. 32. 0 culminat os Pegasi.

6. 28. 45

9. 0. 0 culminat caput Andromedæ.

8. 52. 17

31 Oct. ante meridiem.

8. 30. 0 Sol e nubibus emerfit. Mercurius in disco ejus superne in tabula observatoria, a verticali ad dextram (revera ad lævam) distans plus quam $\frac{1}{2}$ digito a limbo exiturus apparuit.

8. 36. 0 Mercurius postquam undulanti limbo Solis ad minutum temporis adhæserat exijt ad 14° a Zenith septentrionem versus.

8. 49. 0 altitudo \odot 10.05

h. m. s.
8 38. 38

On voit que Huygens continuait à s'intéresser aux passages de Mercure sur le disque du soleil dont traitent les p. 319—329 qui précèdent.

¹⁾ Manuscrit II, p. 6. La p. 8 porte la date du 19 décembre 1691. La Pièce est empruntée au Num. 192 (for the months of January and February 1690^o) des Philosoph. Transactions de Londres.

²⁾ J. C. Poggendorff „Biograph. litterar. Handwörterbuch der Geschichte der exakten Wissenschaften“, Leipzig, Barth, 1863) écrit Joh. Phil. Wurzelbau ou Wurtzelbau (1641—1725), marchand et astronome à Nuremberg, et nous apprend qu'en 1703 ce savant publia une traduction du „Kosmotheoros“ de Huygens sous le titre: „Weltbetrachtende Muthmaassungen von den himmlischen Erdkugeln“. Mais le véritable nom est Wurtzelbaur ou Wurzelbaur (les Philos. Transactions écrivent l'un et l'autre); le nom Wurzelbaur se lit aussi à la p. 4 du „Prodromus Astronomiæ“ de 1690 d'Hevelius dont traite la Pièce III qui suit.

Une deuxième édition de „Herrn Christian Huygens' Kosmotheoros oder Weltbetrachtende Muthmaassungen, von den himmlischen Erdkugeln und deren Schmuck“ parut à Leipzig en 1743 (F. Rosenberger „Isaac Newton und seine physikalischen Prinzipien“, Leipzig, J. A. Barth, 1895, note 2 de la p. 238).

III¹⁾.

FIRMAMENTUM SOBIESCIANUM.

Ex Hevelij prodromo astronomiæ opere posthumo ²⁾ quod ut inspicerem dedit D. de Langhe secretarius urbis Dantisci.

Hevelius in Tabula fixarum addidit ascensiones rectas et declinationes earum ad annum 1660 completum. Hinc inquit si invenire velis quænam sit Ascensio recta anno 1686 completo ³⁾, die Anni 100 dant differentiam ascensionis rectæ 1°. 18'. 18" (quam unde invenerit non addit: motus autem fixarum seu præcessionis æquinoctij ipsi est annuus 50". 52" ⁴⁾), unde in centum annis 1°. 24'. 48") quid dabunt anni 26, id vero quod invenitur adde ad ascensionem sideris datam, et habebis ascensionem

¹⁾ Manuscrit G, f. 66. Les f. 57 et 78 portent respectivement les dates du 25 septembre 1690 et du 1 janvier 1691.

²⁾ *Johannis Hevelii Prodromus Astronomiæ*, etc. de 1690. Nous avons donné le titre complet à la p. 7 du T. X, où l'on voit aussi que Huygens, dans une lettre à de la Hire que nous ne possédons plus, avait fait des réflexions sur ce livre. La réponse de de la Hire est du 17 janvier 1691. La présente page doit évidemment avoir été écrite peu avant la dite lettre, dans laquelle Huygens peut avoir exposé un peu plus longuement ce qu'il dit dans le dernier alinéa de la présente Pièce.

Outre le „Prodromus” le volume d'Hevelius contient: „*Johannis Hevelii Firmamentum Sobiescianum, sive Uranographia, totum coelum stellatum; utpote tam quodlibet sidus, quam omnes et singulas stellas, secundum genuinas earum magnitudines, nudo oculo, et olim jam cognitæ, et nuper primum detectas, accuratissimisque organis rite observatas, exhibens. Et quidem quodvis sidus in peculiari tabellâ, in plano descriptum, sic ut omnia conjunctim totum globum coelestem exactissimè referant prout ex binis hemisphæriis majoribus, boreali scilicet & australi, adhuc clariùs unicuique patet*”. Cum gratiâ & privilegio Sac. Reg. Maj. Polon. Gedani, Typis Joh. Zach. Stollii. Anno MDCXC.

Déjà dans le „Prodromus” l'auteur écrit (p. 115): „*Scutum quod attinet, prægnantibus ex Rationibus ad Firmamentum usque inter Astra evexi, in perpetuam nimirum Memoriam Augustissimi Nostri Regis ac Domini, Domini Johannis III, Regis Poloniarum, ob immensa Ejus Merita*” etc.

³⁾ C'est à la p. 139 qu'Hevelius calcule „*Ascensionem Rectam & Declinationem, ad Annum completum 1686*”, en disant „*100 Anni exhibent differentiam 1° 18' 18" etc.*”

⁴⁾ Cette valeur de la précession équinoctiale annuelle avait été calculée à la p. 92 par la comparaison de certaines observations d'Hevelius de 1660 avec celles d'Hipparque de l'an 127 avant notre ère.

rectam quæ ipsi convenit anno 1686. Similis fere processus est inquit in eruendis declinationibus. Sed bene nota, quod differentia pro annis desideratis in nonnullis stellis sit adjectiva in alijs subtractiva. Eum in finem cuilibet stellæ adscripsi vel Add. vel Subtr.⁵⁾ (*quod tamen in Tabula non invenitur adscriptum*). Hoc nempe notat de differentijs declinationum, addit enim, E contrario differentia ascensionis rectæ semper additur, cum ascensiones continue crescant; exceptis solummodo 11 stellis; id quod inter maxime memoranda imprimis notandum habemus, cum nemo, quod sciam, nec ipse Tycho, rem hanc summè notabilem in istis undecim stellis hucusque adhuc deprehenderit. Nisi quod Ricciolus animadverterit in unica tantum stellâ, in humero scilicet Ursæ Minoris tale quidpiam contingere⁶⁾. Hæ undecim sunt 1 in dextro pede Cephei. 2 in flexura secunda lucidæ Borealis draconis. 3 in flexura IV draconis. 4 in humero Ursæ Minoris. 5 in pectore ejus. 6 in dorso ejusdem. 7 in latere seu ventre ejus. 8 prima caudæ ejus. 9 media caudæ. 10 ad humerum proxima. et 11 altera ad humerum ejusdem Ursæ Minoris. In his inquit stellis ascensio recta hoc nostro ævo nunc decrescit, atque ita differentia ascensionis in subsequenter annis detrahitur. id quod tamen non perpetuo fieri poterit, siquidem post aliquot mille annos contrarium rursus accidet, si mundus eousque subsisterit. Exercent enim omnes hæ stellæ motum reciprocationis, modo directè modo retrogradè incedunt, modo etiam sunt stationariæ, et quælibet alia atque alia proportionè, adeo ut totam eclipticam intra 25 millia et ultra annorum semel obambulent. Adhuc quælibet harum stellarum alios atque alios stationis exercent terminos. Jam illa post stationem secundam est directâ; rursus altera est retrograda ad stationem secundam. Termini vero stationum plerumque distant ab invicem 80, 100 et 120 gr. Deinde Stella Polaris totum æquatorem percurrit atque nunc est velocissima. at vero reliquæ nunquam æquatorem absolvunt, sed intra terminos stationum suarum periodos suas conficiunt, ultra quos evagando non discedunt. Sic ut plerumque secunda statio fiat circa 210 et 230 gr. et prima statio circa 310 et 330 gr. Limes vero discernendi stationem primâ à secundâ est 270 gr. in æquatore. Pariter declinatio admodum variabilis vix semel toto revolutionis fixarum tempore una alteri omnino est æqualis⁶⁾.

Unde autem hic mirificus motus oriatur, imprimis quod in quinque ex illis undecim stellis differentia declinationis (vult dicere ascensionis) sit hisce temporibus adjectiva, in sex reliquis subtractiva, et quod stella polaris inter reliquas ejusdem sideris Ursæ Minoris, his legibus hoc tempore sit exempta, est res quidem penitioris indaginis⁷⁾ quam se dicit posse explicare. Sed doctioribus non fore difficile ut eam penetrent ex globis coelestibus vel schemate quodam inde descripto: quoniam ita et non aliter in hisce stellis evenire debet⁷⁾.

⁵⁾ P. 139.

⁶⁾ P. 139—140.

⁷⁾ P. 140.

Proculdubio ex triangulis sphaericis haec calculo inveniri possunt. Effet tamen operae pretium haec accuratius definire unde simul, ut puto, invenietur methodum istam computandi ascensiones rectas per additionem proportionalem non esse probam. Etli ad computandas stellarum longitudes recte proportionale augmentum usurpetur. Vide Ricciolum Almag. novo . . . et Astron. reformata ⁸⁾).

⁸⁾ Nous ignorons quels sont les endroits des livres de Riccioli auxquels Huygens fait allusion. On peut consulter p.e. dans l'„Astronomia reformata” de 1665 le Cap. X du Lib. II „De Motu Lunæ in Longitudinem hactenus ab Insignioribus Astronomis constituto, & qua potissimum methodo illum inuestigauerint: quidque in ea peccatum esse, aut desiderari posse videatur” commençant par les mots: „Olim Lib. 4 Almagesti Novi, à Cap. 19. ad 24. exposui artificium triplex, quo Astronomi Lunares motus inuestigarunt”.

IV¹⁾.

Conjunctio Veneris et Solis 15 Nov. 1691. hora 11,4¹ vespertina ²⁾ Parisijs observata a la Hire. Tranfibat meridianum Venus illa die hora 12. 0'. 2". Postridie, seu 16 Nov. hora 12. 1'. 0".

dies Transitus Veneris Nov. per meridianum	Altitudo Meridiana Centri Veneris	Altitudo Meridiana Centri Solis
11		
14 11. 59. 5	23°. 22'. 30"	22°. 46'. 2"
15 12. 0. 2	23. 1. 10	22. 30. 37
16 12. 1. 0	22. 40. 25	22. 15. 33

Nodus descendens 13°. 19'. 4" Sagitt. si cum Keplero ponatur Inclinatio Orbitæ ♀ 3°. 22' ³⁾.

Dans cette conjonction Vénus, on le voit, ne passa pas sur le disque solaire.



¹⁾ Manuscrit II, p. 6. Comparez la note 1 de la p. 572. Les „Observations de la planète de Vénus faites à l'Observatoire Royal, au mois de Novembre [savoir du 1 au 25 Nov.] 1691 par Mr. de la Hire" ont été publiées dans le T. X de 1730 des „Mémoires de l'Académie Royale des Sciences depuis 1666 jusqu'à 1699".

²⁾ Le moment précis de la conjonction a été calculé par de la Hire d'après ses observations.

³⁾ Comparez sur cette inclinaison la p. 177 qui précède. L'auteur anonyme de l'article du T. X — note 1 qui précède —, ou peut-être de la Hire lui-même, ajoute: „Mais suivant le calcul des Tables Rudolphines le lieu de ce noeud devoit être à 14°11'53" du ↳: ainsi il est trop avancé de 52'13" selon ces Tables". La recherche de la position exacte du noeud était le principal but des observations.

V¹⁾.

Plusieurs embrassent les tourbillons de des Cartes; tant on aime mieux s'imaginer de scavoir que de rester ignorant sans adherer a rien.

Quoiqu'il ne soit question ici que des tourbillons unilatéraux de Des Cartes (voyez sur les tourbillons multilatéraux la Pièce I qui précède) il semble bien que la sentence de Huygens ait un sens plus général.

Dans le „Cosmotheoros” les tourbillons (multilatéraux) ne feront leur apparition que vers la fin: Huygens maintient leur existence, mais il ne leur donne plus une place d'honneur. Il est possible que dans la présente Pièce il n'entende parler que des gens du monde. Il semble toutefois également possible que ce soit aussi des physiciens et astronomes. Dans ce cas on le verrait ici — pour un instant et tout-à-fait *privatim* — partisan d'une physique qui fait sans doute des hypothèses mais *sans adhérer à rien*; ce qui nous rappelle le fameux „hypothesés non fingo” de Newton ²⁾.

Comparez sur le doute de Huygens l'Appendice I (note 3) au „Cosmotheoros”.

Comparez aussi avec la présente Pièce le titre, cité à la p. 564, d'un des dialogues de la Mothe le Vayer: *de Pignorance louable*.

¹⁾ Chartæ astronomicæ, f. 127. Nous avons déjà publié quelques remarques empruntées à cette feuille aux p. 536 et 568 qui précèdent; voyez aussi la p. 315.

²⁾ Comparez la citation de Newton dans la note 13 de la p. 5 du T. XIX.

DESCRIPTIO AUTOMATI PLANETARII.



Avertissement.

La plus grande partie du Manuscrit de Huygens de la „Descriptio” a été conservée ¹⁾; les dernières feuilles seules ²⁾ font défaut. Quelques notices de de Volder et Fullenius font voir que lorsque la „Descriptio” fut publiée en 1703 dans les „Opuscula postuma”, ce manuscrit fut envoyé à l’imprimerie sans avoir été écrit au net ³⁾. La date de la composition ne s’y trouve point; nous savons qu’elle est probablement postérieure à janvier 1691 ⁴⁾. La „Descriptio” peut fort bien être de *quelques années* plus tard.

¹⁾ Dans les „Chartæ astronomicæ”.

²⁾ Correspondant aux p. 189—200 des „Opuscula postuma”.

³⁾ C’est ainsi, pour n’en donner que deux exemples, que sur la première des feuilles — la f. 177 — est indiqué où commence la p. 433, c. à. d. la troisième page de la publication de 1703; et que sur la f. 180 les deux éditeurs, ou probablement de Volder seul qui était à Leiden, ont biffé le texte corrigé par Huygens pour rétablir son ancien texte, écrivant en marge: „te setten tgeen uytgehaalt is, en dat er boven geschreven is niet”. Huygens avait biffé les nombres des minutes et des secondes desquelles il faudrait faire avancer les planètes en 20 ans (voyez la p. 607 qui suit) et s’était contenté d’écrire: Dentium vero numeri certa ratione, quam mox exponemus, reperti sunt, tamque exactè medijs motibus aptati ut in annis viginti error nullus qui quidem visibilis sit existere queat. Post plures vero ætates ubi opus fuerit facile corrigitur ea ratione quam suo loco docebimus. Nous avons en cet endroit conservé l’ancien texte, avec les éditeurs nommés.

⁴⁾ Voyez la note 5 de la p. 112 qui précède.

Nous croyons inutile de publier le brouillon ⁵⁾ du début qui occupe la f. 191 des „Chartæ astronomicæ” vu que le texte lui-même y est presque entièrement conforme; mais nous faisons imprimer comme Appendice II un autre début, sans doute antérieur, où Huygens s'étend plus longuement sur le planétaire d'Archimède et où il dit que l'astronomie „Tychonis Braheï observationibus et Kepleri industria perfectionem fere summam est adeptæ”. On a vu plus haut que déjà avant 1687 ses doutes sur la vérité des deux premières lois de Kepler avaient beaucoup perdu de leur force ⁶⁾ et que depuis l'apparition des „Principia” de Newton on peut dire qu'ils s'étaient évanouis ⁷⁾. à cela près qu'il n'était pas convaincu — ce qu'on voit aussi dans la „Descriptio” ⁸⁾ — que des observations bien faites et les calculs correspondants confirmeraient suffisamment la proposition que les noeuds successifs ascendant et descendant d'une même planète sont toujours (à fort peu près) opposés l'un à l'autre par rapport au soleil ⁹⁾.

Comme dans le „Discours de la Cause de la Pesanteur” Huygens ne mentionne qu'en quelques mots les astronomes antérieurs à Copernic. Il ne fait de plus aucune allusion aux cercles excentriques qui lui semblaient — d'après notre Avertissement des p. 162—167 qui précèdent — lorsqu'il commença la construction de son automate, pouvoir représenter le vrai cours des planètes peut-être mieux que les ellipses de Kepler. La „Descriptio” donne par conséquent au lecteur l'impression que les cercles excentriques du planétaire proviennent uniquement du désir de ne pas rendre la construction trop compliquée; quoiqu'en vérité Huygens dise ¹⁰⁾ qu'il eût, sans beaucoup de peine, pu y introduire de véritables ellipses.

Avant 1684 ¹¹⁾ Saturne n'a pu avoir dans le planétaire que trois satellites; lorsqu'il composa la „Descriptio” Huygens l'avait rendu up to date par l'introduction de deux satellites nouveaux ¹²⁾.

⁵⁾ Plein de ratures, donc assurément le premier.

⁶⁾ Voyez, à la p. 349 qui précède, le § 2 des „Pensees meslees”, datant de 1686.

⁷⁾ § 12, datant de 1688, de la p. 143 qui précède.

⁸⁾ P. 622 qui suit. Voyez aussi la note 3 de la p. 576 qui précède.

⁹⁾ Voyez sur ce sujet la p. 310 qui précède où nous nous sommes servi d'une expression un peu forte en disant qu'en 1686 Huygens „avait abandonné cette idée”.

¹⁰⁾ P. 616.

¹¹⁾ Voyez la p. 194 qui précède sur la découverte de deux satellites de Saturne par Cassini en cette année.

¹²⁾ P. 590: „Saturne porte avec lui cinq satellites”.

Après le passage: „Machinationes quasdam vidimus, vario artificio elaboratas ¹³⁾” Huygens avait noté en marge dans son manuscrit — mais cette note a été biffée, sans doute par lui-même —: „atque inter eas elegantissimam viri illustri Olai Romeri quam ille Lutetiae Parisiorum cum illic ageret persequerat quae tamen spontaneo motu carebat” ¹⁴⁾. Il eût pu ajouter que Roemer — de même que Cassini — était tycho-nien ¹⁵⁾, qu’il avait par conséquent donné la place centrale à la terre. Ceci peut avoir été la principale raison pour laquelle il a cru devoir construire pour l’Académie Royale des Sciences — car c’est à elle que son automate était primitivement destiné — un modèle du système copernicain. Il avait évidemment l’ambition de collaborer au triomphe définitif de celui-ci, le considérant — il ne s’agit que de notre système planétaire — comme le seul système raisonnable ¹⁶⁾. Voyez cependant aussi, soit dit en passant, ses considérations sur la relativité du mouvement, notamment la Pièce VI de la p. 229 du T. XVI.

Il va sans dire que Huygens a choisi ce qu’il pensait être les meilleures valeurs pour les dimensions des orbes ainsi que pour les grandeurs des corps planétaires. Nous reviendrons sur ce sujet dans notre Avertissement sur le Cosmotheoros. Bien entendu: les planètes ont à dessein été faites beaucoup trop grandes pour ne pas être invisibles par leur petitesse; mais une table indique les rapports de leurs grandeurs, d’après Huygens, à celle du soleil ¹⁷⁾.

Il a en outre voulu, semble-t-il, suggérer l’existence des tourbillons entourant à son avis chaque planète, même ceux dépourvus de satellites, en les plaçant sur de petits ronds ¹⁸⁾. Si ces ronds ou cartouches ont déjà été introduits pour figurer la matière subtile lors de la construction du planétaire par van Ceulen, ils ont dû représenter soit seulement les tourbillons multilatéraux causant la pesanteur ordinaire, soit aussi les tourbillons unilatéraux menant, ou pouvant mener, des satellites. Après 1687 —

¹³⁾ P. 589.

¹⁴⁾ Voyez sur le planétaire de Roemer, outre la note 5 de la p. 588, la p. 111 qui précède.

¹⁵⁾ Voyez la note 19 de la p. 311 qui précède.

¹⁶⁾ Voyez ce qu’il dit sur les „imaginationes peu raisonnables de Tycho Brahe” à la p. 357 qui précède.

¹⁷⁾ P. 600 qui suit.

¹⁸⁾ P. 590 qui suit.

voyez notre Avertissement au Discours de la Cause de la Pesanteur — ils pouvaient représenter des tourbillons multilatéraux causant à la fois la pesanteur ordinaire et la pesanteur des satellites. Huygens se contente de dire que ces petits disques représentent „l'éther environnant” ce qui certes nous le montre fort peu désireux d'enseigner, ou même de proposer, au lecteur un système déterminé. Comparez le troisième alinéa de la p. 454 qui précède lequel commence par les mots: „Supposant le mouvement journalier de la Terre, & que l'air & l'éther qui l'environnent aient ce même mouvement . . .” où l'„ether” est désigné un peu plus loin par l'expression „matière céleste” ¹⁹⁾. Il n'est d'ailleurs pas certain que c'est de tourbillons, quels qu'ils soient, qu'il entend parler dans le passage ici considéré. L'„ether” du „Traité de la Lumière” n'était-il pas bien différent d'après lui de la „matière subtile” ou „céleste”, beaucoup plus menue, dont se composent les tourbillons? Il est fort possible que ce soit bien à l'éther lumineux qu'il songe ici ²⁰⁾ lequel, étant soumis à la pesanteur, c. à. d. pressé contre le globe terrestre (ou contre d'autres globes planétaires) par les tourbillons multilatéraux de matière subtile, y était à son avis, pouvons-nous dire, plus dense que dans les espaces interstellaires ²¹⁾. Gardons-nous cependant de trop rapprocher Huygens du dix-neuvième siècle ²²⁾ où il ne fut plus guère question de matière subtile gravifique — une explication satisfaisante de la nature de la pesanteur paraissant, momentanément du moins, impossible —, mais où l'on discutait la question de savoir si l'éther lumineux doit être considéré comme une substance matérielle pesante peut-être plus dense auprès des corps célestes qu'ailleurs et partiellement entraînée par eux, ou bien (théorie beaucoup plus récente) qu'il faut plutôt identifier l'éther avec l'espace de sorte qu'il est tout-à-fait impondérable et qu'il ne peut être question de son entraînement partiel ni par les corps célestes ni aussi par des corps mobiles situés auprès de leurs surfaces tels que l'eau ou le verre ²³⁾.

¹⁹⁾ Ailleurs aussi Huygens donne parfois à l'expression „ether” ou „matière etheree” un sens plus général que dans le Traité de la Lumière. Voyez p.e. la note 1 de la p. 288 du T. XIX ainsi que la l. 11 de la p. 353 et la l. 1 de la p. 354 du présent Tome.

²⁰⁾ Nous avons choisi cette interprétation en rédigeant la note 15 de la p. 15 du T. XIX.

²¹⁾ Voyez le N° X de la p. 563 du T. XIX, ainsi que la p. 596 du même Tome, et la note 25 de la p. 433 du Tome présent.

²²⁾ Nous observons d'autre part qu'il est déjà question dans une lettre du 28 mars 1605 de Kepler à Herwart d'un entraînement de l'éther par les corps célestes: dans la traduction de M. Caspar et W. von Dyck („Joh. Kepler in seinen Briefen” l. p. 230): „Sodann ist die Annahme mit der Natur wohl verträglich, dass die ätherische Luft zusammen mit den Sternen [il n'est pas question ici des étoiles fixes; Kepler parle de notre système planétaire] herumgerissen wird, etc.”

Ce n'est pas, comme on a pu le croire faute de connaître les manuscrits, après Brouncker ²⁴⁾ mais avant lui que Huygens s'est servi pour la première fois de fractions continues. Il a été question aux p. 389—394 du T. XX du „Treatise of algebra both historical and practical” de 1685 de Wallis auquel la remarque de Brouncker est postérieure, et nous y avons déjà dit ²⁵⁾ que, pour calculer les nombres des dents des roues de son planétaire, Huygens fit usage de fractions continues dès 1680. Rien ne démontre qu'il ait eu sous les yeux le „Trattato del modo brevissimo di trovar le radice quadre delli numeri” de 1613 de P. A. Cataldi ou la „Geometria practica nova et aucta” de 1618 de Daniel Schwenter, où l'on rencontre quelques fractions continues sans qu'il soit question d'en approfondir la théorie. Mais il connaissait ²⁶⁾ l'ouvrage plus ancien „L'Algebra parte maggiore dell'Aritmetica” de 1572 de Rafaele Bombelli ²⁷⁾ auquel s'applique la même remarque. Ce qui est plus important c'est que Wallis dans son „Arithmetica infinitorum” de 1656 qui lui était bien connue a lui aussi des fractions de ce genre et considère des fractions réduites qui en proviennent. C'est dans la „Descriptio” de Huygens qu'on en trouve pour la première fois une théorie digne de ce nom. La note 36 de la p. 636 qui suit fait voir que les théorèmes trouvés par lui ne sont pas postérieurs à 1687.

Durant sa vie Huygens garda chez lui le planétaire construit par van Ceulen ²⁸⁾. On peut consulter la p. 343 du T. VIII sur l'histoire ultérieure de l'automate lequel — nous l'avons déjà dit à la p. 111 qui précède — se trouve actuellement à Leiden dans le Nederlandsch Historisch Natuurwetenschappelijk Museum.

²³⁾ Comparez la p. 352 du T. XIX et la p. 508 qui précède où nous parlons de l'„éther de 1900” (quoiqu'alors aussi il existât sur l'éther des opinions diverses).

Les petits disques qui portaient les planètes n'existent plus (ont-ils disparu lors de la reconstruction de 1786, T. VIII, p. 343?) mais le docteur C. A. Crommelin, directeur du Ned. Hist. Nat. Museum, se propose de les rétablir. Actuellement la lune elle-même fait défaut. — Nous écrivons 1786 au lieu de 1781 puisque dans le T. VIII l'inscription du planétaire a apparemment été mal lue.

²⁴⁾ Voyez sur Brouncker la p. 394 du T. XX.

²⁵⁾ Note 9 de la p. 393 du T. XX.

²⁶⁾ D'après la p. 500 du T. VII.

²⁷⁾ Sans s'être fort appliqué à l'étude de ce livre, comme on peut le voir à la p. 441 du T. XX.

²⁸⁾ Il est plusieurs fois question dans la Correspondance de personnes qui vinrent le voir tels qu'Auzout (T. VIII, p. 430), Molyneux (T. VIII, p. 530) et Bernier (T. IX, p. 99).

En traduisant la *Descriptio*, nous n'avons tenu aucun compte de la traduction antérieure d'Antide Janvier dans l'„Histoire de l'Horlogerie” de Pierre Dubois publiée en 1849 ²⁹⁾).

²⁹⁾ La traduction de Janvier est mentionnée e.a. dans l'article de février 1930 „La machine planétaire et l'oeuvre de Huygens” par L. Reverchon et P. Ditisheim dans „L'Astronomie, revue mensuelle d'astronomie, de météorologie et de physique du globe (Paris)”.

Nous ajoutons que nous avons fait en 1928 une traduction néerlandaise de la *Descriptio* pour le „Planetariumboek Eise Eisinga, samengesteld door E. Havinga, W. E. van Wijk en J. F. M. G. d'Aumerie” (Arnhem, van Loghum Slaterus).

CHRISTIANI HUGENII
DESCRIPTIO
AUTOMATI PLANETARII.

DESCRIPTION DU PLANÉTAIRE.

C'est de nos jours seulement, me semble-t-il, que l'on a acquis une connaissance définitive et parfaite des choses célestes, quoique l'astronomie soit déjà née il y a deux mille ans et ait été cultivée dès lors par des esprits éminents: c'est dans la dernière centaine d'années, pour être plus précis ¹⁾, qu'on y a fait plus de progrès que dans tout le reste du temps. En effet, nous n'avons pas seulement appris à faire beaucoup mieux et plus simplement ce qui constituait jadis le but principal des recherches, savoir déterminer les lieux des astres tant fixes qu'errants, établir les longueurs de l'année et des mois, et prédire les éclipses; mais nous sommes de plus, ce qui est plus important et plus glorieux, possesseurs d'une science certaine sur l'ordre, la position, la proportion et la figure des orbes célestes suivant lesquels les planètes et notre terre elle-même circulent autour du soleil; nous avons en outre par nos observations télescopiques accru le nombre des astres connus d'innombrables étoiles fixes ainsi que de planètes ²⁾ nouvelles. Avant le temps de Copernic, et même en partie avant le nôtre, tout ceci gisait enfoui sous de profondes ténèbres. Or, sachant jusqu'à quel point les anciens astronomes ont été dépourvus d'une véritable connaissance du sujet de leurs études, de sorte qu'ils n'ont pu saisir ni la nature des différentes parties du système ni la forme de l'ensemble, l'on comprendra aisément qu'il leur a été impossible d'en construire une bonne image ou représentation artificielle. Quoique dans les écrits des érudits les sphères d'Archimède et de Posidonius — cette dernière étant mentionnée chez Cicéron ³⁾ — soient beaucoup louées, il est par conséquent certain, malgré ces louanges, qu'elles n'ont pu avoir aucune ressemblance à l'archétype céleste ni aucune conformité de leurs mouvements aux mouvements véritables, bien qu'il soit croyable qu'elles aient été fabriquées avec beaucoup d'intelligence et d'industrie. Nous savons que depuis le temps où l'astronomie fut réformée et rendue plus parfaite, de sorte que l'on pouvait plus facilement entreprendre de pareilles constructions, plusieurs s'y sont en effet appliqués avec succès ⁴⁾; nous avons vu quelques-unes de leurs productions mécaniques diversement agencées ⁵⁾. Quant à nous, nous avons fait fabriquer

¹⁾ Puisque l'ouvrage de Copernic est de 1543, Huygens eût pu dire 150 ans au lieu de 100 ans.

²⁾ Il s'agit de planètes secondaires ou satellites.

³⁾ Voyez la note 10 de la p. 172 qui précède.

⁴⁾ On peut consulter les p. 172—174 qui précèdent.

⁵⁾ Voyez notamment ce qui a été dit à la p. 110 qui précède sur le planétaire de Roemer, mais consultez aussi sur ce sujet la note 19 de la p. 311 qui précède, ainsi que la note 9 de la p. 505 du T. XVIII et l'Appendice II qui suit.

DESCRIPTIO AUTOMATI PLANETARII.



RERUM cœlestium scientiam ante bis mille annos inchoatam, magnisque ingeniis excultam, nostra demum ætate absolutam, ut mihi videtur, perfectamque habemus; Idque ita, ut centum circiter his proximis annis ¹⁾ plus profectum sit quam reliquo omni tempore. Quæ enim antea in hac arte præcipua erant, loca stellarum definire tum fixarum tum errantium; anni ac mensium spatia dispecere, Eclipses prædicere, ea omnia non solum multò melius planiusque nunc facere didicimus; sed & quod majus est, ac præclarus, ordinem, positum, proportionem & figuram orbium cœlestium, quibus circa Solem Planetæ ac Tellus ipsa circumfertur, summa certitudine comprehensâ tenemus; stellas fixas innumeras, planetasque alios ²⁾ Telescopii observationibus perceptos priorum numero addidimus. Quæ omnia ante Copernici ævum, quædam & in nostrum usque, profundis tenebris demersâ latebant. Itaque si quis cogitet quantarum in arte sua rerum cognitione veteres Astronomi caruerint; adeo ut nec partes Systematis singulas, nec formam totius habuerint perspectam; facile quoque intelliget fieri non potuisse, ut instar ejus aut imaginem aliquam arte effingerent. Quare etsi plurimum celebretur doctorum scriptis Archimedeæ sphaera ac Possidonii illa, cujus apud Ciceronem ³⁾ mentio facta reperitur, certum tamen est, nullam iis nec archetypi cœlestis similitudinem inesse potuisse, nec verorum motuum imitationem, etsi summo ingenio, industriaque fabricatas fuisse credibile sit. Ex eo vero tempore, quo reformata restitutaque in melius fuit Astronomia, sicut facilius res eadem tentari potuit, ita a pluribus quoque susceptam effectamque scimus ⁴⁾; quorum & Machinationes quasdam vidimus, vario artificio elaboratas ⁵⁾. Nos vero ab his omnibus diversam viam secuti tale fabricari curavimus

un automate de ce genre d'après un système différent de tous les autres : dans notre planétaire à nous nous avons obtenu par un petit nombre de roues en mouvement continuels que sur la surface d'une table plane les corps des cinq planètes primaires parcourent leurs orbes autour du soleil, et la lune le sien autour de la terre, dans les mêmes périodes qu'au ciel; il s'agit d'orbites excentriques représentant les vraies dimensions et positions des orbites planétaires célestes, tandis que de plus dans chacun d'eux a été conservée l'inégalité du mouvement par laquelle les planètes marchent plus vite lorsqu'elles se trouvent à plus petite distance du soleil. Nous avons noté en outre la petite déclinaison ou angle de leurs plans avec l'écliptique ou plan de l'orbite de la terre. De sorte que, pour ne rien dire de l'élégance du spectacle, la position des planètes peut être trouvée à l'aide de l'automate non seulement pour le présent mais aussi pour le futur ou pour le passé comme par une éphéméride perpétuelle, qu'on y voit donc aussi leurs conjonctions et oppositions tant avec le soleil qu'entre elles, et cela d'autant plus exactement que la machine a été construite à une plus grande échelle. Comme plusieurs ont demandé un exposé de cette invention, voulant ou bien simplement la connaître ou encore l'imiter, nous donnerons dans ce livre la description de l'appareil. Je commencerai par la construction du dehors qui enferme tout le mécanisme.

Cette partie extérieure a la forme d'un octogone lequel est de bois et possède un diamètre de deux pieds et une épaisseur de six pouces. La boîte est suspendue au mur et balancée sur ses gonds — lesquels se trouvent à gauche — de sorte qu'on peut la tourner quand on veut et l'ouvrir par derrière pour examiner l'intérieur. Par devant on voit une table de cuivre doré recouvrant tout l'espace octogone et protégée par une glace, sur laquelle table sont tracés les orbites des planètes d'après le système de Copernic mais suivant les proportions keplériennes. Ces orbites sont découpés de telle manière et si profondément que par les fentes se peuvent mouvoir de petites pinnules entraînant les planètes en forme de demi-globes lesquels cheminent au dessus de la table et glissent pour ainsi dire sur sa surface; dans ce mouvement Saturne porte avec lui cinq satellites, Jupiter quatre, et la Terre un seul qui est notre Lune, ceux-ci étant placés sur les mêmes ronds que les petits corps des planètes. Il faut savoir qu'aux autres planètes qui ne possèdent pas de satellites j'ai néanmoins attaché des ronds de même espèce pouvant représenter l'éther environnant ⁶⁾ et rendant en même temps les planètes [Fig. 140] mieux visibles. Toutes les planètes primaires, savoir, outre celles déjà nommées, Mars, Vénus et Mercure décrivent d'une façon continue leurs mouvements autour du Soleil immobile en observant exactement non seulement leurs

⁶⁾ Nous disons quelques mots dans l'Avertissement sur cet „éther environnant”.

Automaton, in quo exiguo rotarum continenter euntium numero effecimus, ut in tabulæ planæ superficie Planetarum quinque primariorum corpora circa Solem, Luna vero circa Terram, cursus suos absolverent, iisdem quibus in caelo temporibus, atque in iis orbibus excentricis, qui caelestium veram dimensionem positumque exprimerent; servata quoque in singulis motuum inæqualitate, qua celerius feruntur in partibus a Sole minus remotis: & annotata denique exigua illa declinatione qua ab Eclipticæ sive orbitæ Telluris plano evagantur. Adeo ut præter spectaculi elegantiam, etiam positus Planetarum non modo in præsens tempus sed & in futurum aut præteritum, tanquam ex perpetua quadam ephemeride hinc discere liceat, nec non conjunctiones, oppositionesque omnium, cum ad solem, tum inter se; idque tanto exactius, quanto ampliore forma opus effectum fuerit. Quæ inventio cum a multis expetita sit, qui vel cognoscere vel imitari eam cuperent, hoc libro cujusmodi sit exponemus. Incipiam vero a Machinæ constructione exteriori, quæ totum opus complectitur.

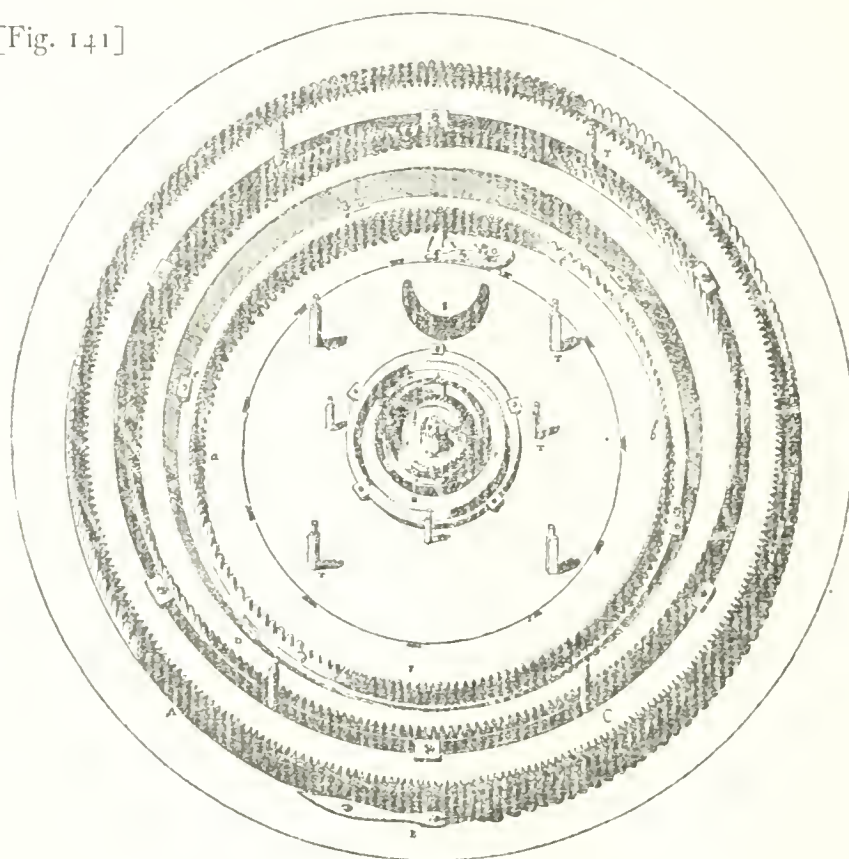
Itaque Octogonum est è ligno coagmentatum, bipedali diametro, profunditate pollicum sex. Hoc ad parietem ita suspensum est, & cardinibus suis libratum, [qui in (p. 433). sinistro latere affixi sunt, ut cum libuerit converti machina possit, & averfa parte recludi, quo interiora conspiciantur. Facie anteriori lamina ex ære aurata cernitur toti octogono prætensa ac vitro speculari tecta, in qua Planetarum orbes secundum Copernici systema, sed Keplerianas proportionibus descripti sunt, ac penitus excisi, adeo ut per rimas eas pinnulæ exiguæ commeent, quibus Planetarum globuli dimidiati supra laminam ac velut in superficie ejus volvantur, Saturno quinos, Jove quaternos, Tellure unicum comitem, quæ Luna nostra est, secum ferente, qui nimirum comites iisdem orbiculis impositi sunt, quibus Planetarum ipsorum corpuscula. Nam & cæteris planetis qui comites nullos habent, ejusmodi tamen orbiculos addidi, qui circumfusum æthera⁶⁾ referrent, simulque planetas efficerent visibiliores. Ac Planetæ quidem primarii omnes, ut sunt præter jam dictos, Mars, Venus, Mercurius, ita continue motus suos circa Solem immobilem peragunt, ut non tantum periodica tempora, sed & ano-

malia leges exacte servant⁷). Circa Terram vero Luna menstruas revolutiones conficit. At in Saturni Jovisque comitibus idem perficere non licuit; cum ob machinae parvitatē, tum ne æquo longius labor excreſceret. Itaque hi uno tantum orbiculo affixi tenentur, cujus primarius Planeta centrum occupat.

Porro omnes Orbitas Planetarias Eclipticæ circulus amplectitur, signis ſuis duodecim, gradibusque 360 diviſus. In quo apparentia horum aſtrorum loca, facillime ſic inveſtigantur. Nempe ſi locum Planetae ſecundum longitudinem, ut vocant, inquirere

comme suit : pour trouver le lieu d'une planète d'après sa longitude, comme on dit, il suffit de tendre un fil de la terre à la planète, auquel fil un autre partant du centre fixe du soleil est tendu parallèlement jusqu'à une certaine division de l'écliptique laquelle indiquera la longitude cherchée. Or, cette opération peut également être exécutée, sans ouvrir la glace dont nous avons parlé plus haut, à l'aide d'un certain

[Fig. 141]



parallélogramme composé de deux bâtonnets égaux et de deux fils pareillement égaux entr'eux qui y sont attachés : on place ce parallélogramme sur la glace et, en laissant l'oeil dans la même position, on l'y adapte de telle manière que tandis que l'un des deux fils passe par les centres de la terre et de la planète, l'autre est dirigé suivant un rayon du soleil, auquel cas ce dernier fil indiquera sur l'écliptique le lieu de la planète suivant sa longitude. Quant à la détermination de sa latitude nous en parlerons plus loin lorsque nous aurons fait connaître quelles circonférences de cercle il a fallu tracer à cet effet.

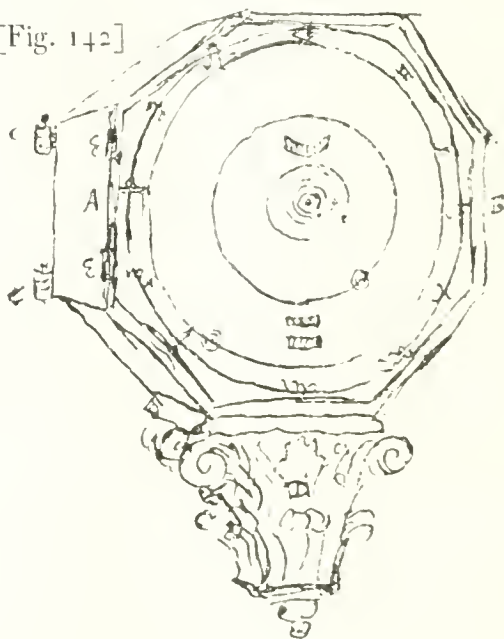
placet, tantummodo filum è Tellure ad planetam illum extenditur; eique filo alterum ex Solis centro, quod ibi fixum manet, Parallelum ducitur ad Eclipticæ divisiones (p. 434), usque; hoc enim Planetæ longitudinem ostendet. Atque idem hoc parallelogrammo quodam filari ex bacillis duobus æqualibus duo fila itidem æqualia innexa habentibus constante peragi potest, clauso manente vitreo, quod supra indicavimus, operculo. Huic enim parallelogrammum imponitur, atque oculo desuper manente immoto, ita coaptatur, ut altero filo super Terræ ac Planetæ centrum transeunte, alterum Soli immineat, quod simul in Eclipticæ circulo locum Planetæ secundum longitudinem indicabit; de latitudine vero cognoscenda postea dicemus, postquam circulos in hunc usum describere docuerimus.

À la partie inférieure de la table, entre les orbes de Saturne et de Jupiter, il y a deux ouvertures peu distantes l'une de l'autre, longues de deux pouces, larges d'un demi-pouce, où paraissent, dans la plus haute le jour du mois, dans l'autre l'an de notre ère. Comme tout le reste, ces chiffres correspondent à des rouages particuliers lesquels tournent par le mouvement de l'automate, la première roue ayant des divisions égales de 3×365 jours⁸⁾, et la deuxième de trois cents ans (voyez la Fig. 141). Le mouvement susdit provient d'une horloge intérieure qui indique de plus les heures et les minutes dans une ouverture semi-circulaire faite à la partie supérieure entre les orbes de Jupiter et de Mars. En effet, tandis que le numéro de chaque heure y passe, elle en fait voir en même temps les parties sexagésimales.

Mais toute la machine peut aussi être mise en mouvement à la main soit qu'on veuille, pour jouir de ce spectacle, faire parcourir aux planètes leurs orbes en peu de temps, soit aussi qu'il faille connaître leurs positions à un moment donné passé ou futur. Dans ce but on applique à la partie droite de l'octogone une manivelle qui, tournée sans effort, ajoute par chaque révolution le mouvement d'une année à la position de toutes les planètes, ou bien, lorsqu'on tourne en sens contraire, les fait rétrograder d'autant, de sorte que la position de ces corps célestes peut être représentée telle qu'elle a été dans les derniers cent ans ou bien telle qu'elle fera dans le cours des deux siècles qui suivront. On ramène ensuite le tout au temps présent avec la même facilité, tournant la manivelle jusqu'à ce que le jour et l'an réapparaissent au milieu des dites ouvertures. Ceci étant accompli, il faut enlever la manivelle pour que tout le mécanisme reprenne le mouvement automatique qu'il avait auparavant.

Pour qu'on s'ait d'autant mieux ce qui a été exposé jusqu'ici nous intercalons la figure de l'automate [Fig. 142]⁹⁾ tel qu'il apparaît à l'extérieur.

[Fig. 142]



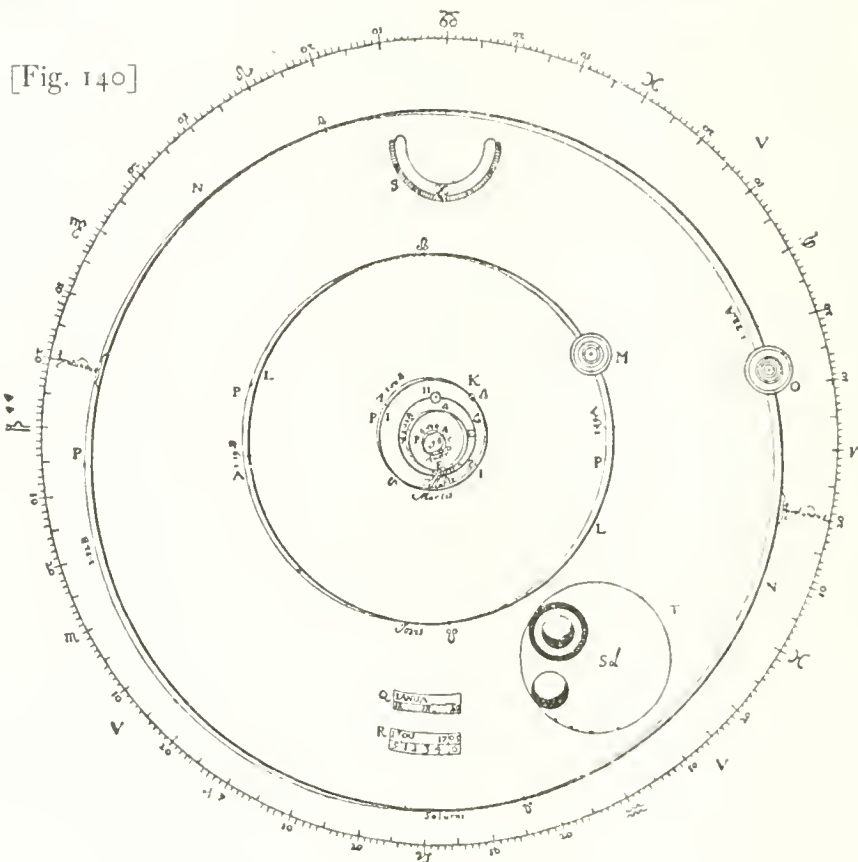
⁸⁾ De Volder et Fullenius ont a tort omis le mot „ter“.

⁹⁾ Cette figure a été omise par de Volder et Fullenius quoique Huygens y eût ajouté en marge: quæ magna describi poterit in pagina in 4°.

Inferiori parte Laminæ, inter Saturni Jovisque orbitas foramina bina sunt parvo intervallo distantia, binosque pollices longa, dimidium lata, quorum superiore dies Mensis, altero Annus Epochæ nostræ comparet, itidem ut cætera suis orbibus delati & Automati motu volubiles, quorum ille ter 365 dierum æquales divisiones habet⁸⁾, hic trecentorum annorum. Motus autem ab incluso horologio oritur, quod idem horas quoque & scrupula prima indicat in semicirculari foramine inter Jovis ac Martis Orbes parte superiori inciso. In eo namque numerus horæ cujusque ordine præterlabens, particulas quoque sexagesimas una opera demonstrat.

Movetur autem & manu machina tota, cum vel spectaculi gratia Planetarum discursus exigui temporis mora transigi placet, vel ad tempus datum futurum præteritumve positus eorum requiritur. Tunc enim lateri dextro Octogoni manubrium inferitur, quod levi manus motu conversum, qualibet circumductione annuum motum planetis universis superaddit; vel contraria ratione agitatum tantundem illos in præcedentia retrahit, ut retrorsum quidem in centenos annos, in futurum ad ducenos, quæcunque fuit aut futura est cæli positura repræsentari queat. Pari vero facilitate omnia rursus ad præsens tempus reducuntur, converso manubrio, donec ad puncta dictorum foraminum media dies annusque restituantur. Quo peracto auferendum est manubrium, ut rursus automatico motu omnia sicuti prius ferantur.

Sed quæ hætenus exposita sunt, quo clarius percipiantur figuram hanc Automati, quale extrinsecus apparet, adjicimus⁹⁾.



EXPLICATION DE LA FIG. 140.

- vv. *Ecliptique divisée en 12 signes et 360 degrés.*
 B. *Soleil.*
 C. *Orbite de Mercure.*
 D. *Mercure.*
 E. *Orbite de Vénus.*
 F. *Vénus.*
 G. *Orbite de la Terre.*
 H. *La Terre et la Lune tournant autour d'elle.*
 I. *Orbite de Mars.*
 K. *Mars.*
 L. *Orbite de Jupiter.*
 M. *Jupiter avec ses quatre satellites.*
 N. *Orbite de Saturne.*

E X P L A N A T I O

TAB. I. FIG. I.

V.V. *Ecliptica divisa in signa 12 & gradus 360.*

B. *Sol.*

C. *Orbita Mercurii.*

D. *Mercurius.*

E. *Orbita Veneris.*

F. *Venus.*

G. *Orbita telluris.*

H. *Tellus cum Luna, quæ circa eam volvitur.*

I. *Orbita Martis.*

K. *Mars.*

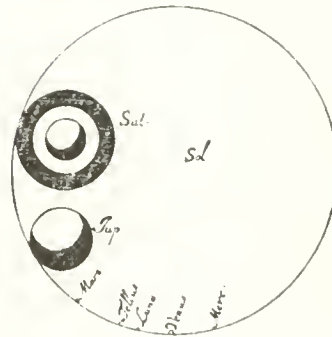
L. *Orbita Jovis.*

M. *Jupiter cum quatuor satellitibus.*

N. *Orbita Saturni.*

- o. *Saturne avec ses cinq satellites.*
 ΔΔ. *Sont les lieux des apogées pour les diverses planètes.*
 ΩΩ. *Indiquent les noeuds des différentes planètes, le premier signe le noeud ascendant, l'autre le descendant.*
 PP. *Sont les circonférences des cercles des latitudes pour chaque planète.*
 Q. *Dénote le mois de l'année et le jour du mois.*
 R. *Indique l'année de l'ère chrétienne.*
 s. *Montre les heures et les minutes.*
 T. *Est une figure indiquant la proportion des planètes au soleil ainsi que leurs grandeurs relatives, lesquelles la Fig. 143 fait connaître exactement.*

[Fig. 143]



La figure 143 montre la vraie proportion de la dimension du disque solaire à ceux de toutes les autres [sic] planètes.

Il faut savoir, qu'il était impossible que dans la machine les corps du soleil et des planètes fussent représentés suivant les véritables proportions de leurs dimensions à celles des orbites : il auraient tous été invisibles à cause de leur petitesse. C'est pourquoi nous les avons tous fait graver à part en un endroit vacant de la table en indiquant les dimensions de chacun d'eux. Le plus grand cercle y représente le soleil, les autres les planètes placées contre le bord intérieur du soleil pour que les véritables rapports de leurs grandeurs tant entre elles qu'à l'égard de lui apparaissent distinctement. Ces rapports ont été calculés en tenant compte tant de la comparaison des distances que de celle des grandeurs des diamètres tels qu'on les observe avec le télescope, comme cela est expliqué dans ce que nous avons écrit jadis sur les merveilleuses formes de Saturne ¹⁰). Or, ces corps planétaires sont bien plus petits par rapport à la grandeur du soleil que ne l'ont enseigné les astronomes antérieurs. Il n'est pas étonnant que parmi eux les anciens, déjà mentionnés plus haut, qui ne connaissaient pas les rapports des orbes entre eux et qui d'autre part mesuraient les diamètres des planètes à l'œil nu et sans grande application, se soient égarés de beaucoup ; mais les astronomes plus récents, même ceux qui ont écrit après l'invention du télescope, ont encore publié des mesures bien différentes des nôtres. Je n'hésite pas à affirmer que ces dernières sont plus exactes puisque nous avons en premier lieu observé ces astres avec de plus grands télescopes et que d'autre part nous avons mesuré

¹⁰) „Systema Saturnium” de 1659, notre T. XV.

- o. *Saturnus cum quinque satellitibus.*
 A.A. *Sunt loca Apogei in singulis planetis.*
 ΩΩ *Denotant nodos in singulis planetis, illum ascendentem, hunc descendentem.]* (p. 436 .
 P.P. *Sunt circuli latitudinum in singulis planetis.*
 Q. *Notat anni mensem & mensis diem.*
 R. *Notat annum Epochæ Christianæ.*
 S. *Monstrat horas & horarum minuta.*
 T. *Figura, quæ denotat Planetarum ad Solem & inter se proportionem, quam Fig. 2. accurate exprimit.*

FIG. 2.

Fig. 2. Exhibet veram proportionem magnitudinis disci Solaris, ad reliquorum omnium Planetarum discos.

Cæterum fieri non poterat, ut ipsa Solis & Planetarum corpora suis proportionibus ad hunc orbitarum modulum exprimerentur; quippe quæ omnia visu percipi ob exilitatem nequirent:*) idcirco seorsim eos omnes in tabulæ loco vacuo describendos curavimus ea, quæ hic signata est, magnitudine. Itaque major circulus Solem refert, reliqui Planetas juxta Solem positos ut vera eorum tum inter se tum ad Solem magnitudinis ratio appareat. Ea vero & ex distantiarum & ex diametrorum telescopio observatorum comparatione constituta est; quemadmodum in his, quæ de Saturni mirabilibus formis olim conscripsimus, 1º) est explicatum. Sunt quidem hæc Planetarum corpuscula ad Solis magnitudinem multo exiliora, quam ab astronomis qui ante nos fuere sunt prodita. E quibus prisce illi qui nec orbium inter se rationem cognitam habebant, & nudo visu atque indiligerenter prorsus Planetarum diametros metiebantur, non mirum est si longissime aberrarunt; recentiores vero, quique invento jam telescopio scripsere, etiam hi non parum ab hisce mensuris nostris diverſi abierunt. Quas equidem veriores esse adſeverare non vereor, quod & majioribus organis viforiis hæc fidera nos observavimus (p. 437). & certiori ratione diametros dimenſi ſimus. Itaque quæ Solem inter cæterosque Pla-

*) Sur la plaque de devant du planétaire Huygens a fait graver — comparez la Pièce VI de la p. 332 qui précède —: Sciendum est, si ad hanc orbium planetariorum magnitudinem veris proportionibus cætera referantur, Terram tunc planetasque omnes fore ea parvitate quæ cerni omnino nequeat. Solem exigui puncti instar; duploque fere, quam sol, minore diametro orbitam Lunæ. Extremorum vero, Jovis et Saturni, comitum orbitas non majores hujusmodi circellis . . . [voyez les „circelli” de la p. 332].

leurs diamètres d'après une méthode plus sûre. Le rapport qu'on voit indiqué ici entre le soleil et les autres planètes est donc certain, ou du moins il ne diffère du rapport véritable ou point du tout ou fort peu ¹¹⁾. Seul le rapport de la grandeur de la terre à celle du soleil a été établi avec moins de certitude: nous l'avons défini en disant que, puisque la terre est placée entre les astres Mars et Vénus, on peut aussi par hypothèse adopter pour sa grandeur une valeur intermédiaire ¹²⁾. Ce raisonnement conduit à une distance du soleil d'environ 12000 diamètres terrestres et à une valeur 1 : 110 ¹³⁾ pour le rapport du diamètre terrestre à celui du soleil; or, ces valeurs ont été très bien confirmées par la fort subtile observation de certaines parallaxes postérieurement exécutée par d'excellents astronomes, observation qui leur a permis de calculer la distance de Vénus en son périégée ¹⁴⁾.

¹¹⁾ Voyez cependant ce que nous disons sur ce sujet dans l'Avertissement, ou plutôt dans celui du „Cosmotheoros” auquel nous renvoyons le lecteur, ainsi qu'à la p. 199 qui précède.

¹²⁾ Nous avons déjà rappelé cette hypothèse à la p. 308 qui précède.

¹³⁾ Nous avons conservé le nombre 110 des éditeurs de 1703. Huygens avait laissé le nombre en blanc. Dans le „Systema Saturnium” il écrivait pour le même rapport 1 : 111. Comparez la note 25 de la p. 622 qui suit.

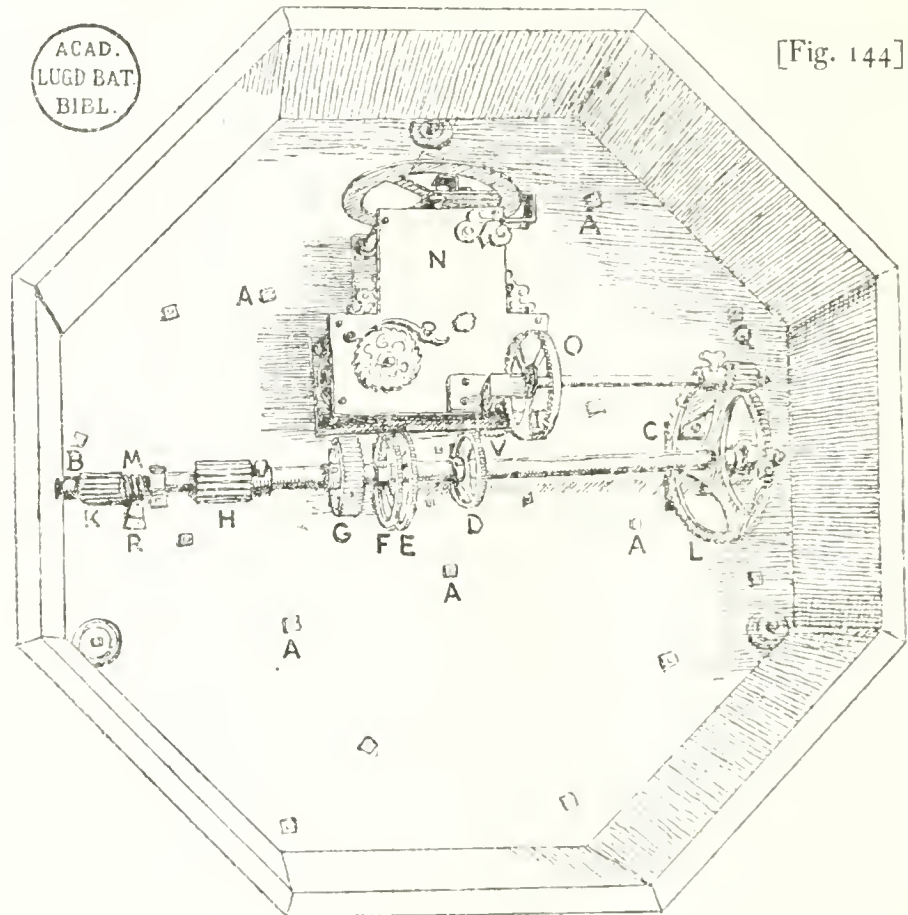
¹⁴⁾ Nous ne croyons pas qu'en parlant de l'observation de „certaines parallaxes” Huygens ait en vue une mesure de la parallaxe de Vénus, quoique plus haut (p. 359) nous l'ayons entendu parler, dans un passage d'ailleurs biffé, de la parallaxe de cette planète-là. À la p. 331 qui précède, Huygens faisait mention des „mesures des distances des Planetes” par Cassini dont celui-ci parle dans son traité de 1681 sur la comète de 1680—1681; il y est question à la p. 28 du système de la terre et sa lune situé „entre celui de Venus d'un costé, & celui de Mars de l'autre” et Picard mentionne „les mesures que j'ay tâché d'en prendre”. Ceci pourrait faire croire que Picard a mesuré non seulement la parallaxe de Mars, mais aussi celle de Vénus. Nous ne croyons cependant pas que tel ait été le cas. Il a déjà plusieurs fois été question dans le présent Tome de la mesure de la parallaxe de Mars tant par Cassini que par Richer en 1672. Il est vrai que Richer semble s'être proposé de mesurer aussi celle de Vénus (Delambre, Histoire de l'Astronomie moderne, II, p. 738: „Les objets principaux de ce voyage étaient . . . l'observation . . . des parallaxes du Soleil, de Vénus et de Mars . . .”), mais nous ne voyons pas qu'il ait exécuté ce projet. Dans son article de 1691 (Philos. Transactions, N° 193) „De visibili conjunctione inferiorum planetarum cum sole, dissertatio astronomica”, E. Halley ne fait aucune allusion à une mesure déjà obtenue de la parallaxe de Vénus. Cet article se termine comme suit: „At in observando Veneris in Solem ingressu & ab eodem egressu, spatium temporis inter momenta contactuum internorum ad ipsum temporis minutum secundum . . . obtineri potest. Ex duabus autem talibus observationibus in Locis idoneis debite institutis, intra quingentesimam partem certò concludi Solis distantiam proximà occasione commonstrabo”. Comparez, p. 308 qui précède, ce que J. Gregory avait déjà dit en 1663.

„Par une multitude de comparaisons, [Cassini] fait de 25",5 la parallaxe de Mars; d'où il conclut 9",5 pour celle du Soleil. On n'a pas eu mieux jusqu'au passage de Vénus” (Delambre, Histoire de l'Astronomie moderne II, p. 741).

La valeur 9",5 est en effet beaucoup meilleure que celle — 10"18 — que Cassini trouva plus tard; voyez la note 5 de la p. 46 qui précède. Flamsteed dans sa lettre à Cassini de juillet 1673 avait dit que la parallaxe du soleil — il s'agit toujours de la parallaxe horizontale — est „sum-mum 10".

netas hic cernitur expressa ratio, ea certa est, atque a vera vel nihil vel minimum quid diversa.¹¹⁾ Una tantum Telluris minus liquido comperta est, quam nos hac ratione definivimus; ut sicut loco inter Martis & Veneris stellas media est Tellus, ita ponatur & magnitudine¹²⁾; exinde distantia Solis circiter 12000 Terræ diametrorum ellicitur, Terræque diameter ad Solarem ut 1 ad 110¹³⁾; quas tamen mensuras subtilissima illa parallaxium observatio a summis astronomis postea adhibita, qua Veneris perigæi distantiam ad calculos revocarunt, egregie confirmavit¹⁴⁾.

Quant au mouvement apercevable au dedans de l'automate [Fig. 144], son agencement est reconnu en considérant attentivement l'intérieur après avoir tourné la boîte. En effet, après avoir enlevé la planche qui recouvre la machine de ce côté, on voit apparaître dans son corps une table de cuivre occupant, comme celle de devant,



tout l'octogone; elle est distante d'un pouce de cette dernière et porte plusieurs petites colonnes. En second lieu un axe transversal de fer se présente à la vue long de deux pieds et pourvu d'un nombre de roues égal à celui des planètes, chaque roue y étant attachée avec une vis passant par le moyen. Les dents de ces roues s'adaptent à celles d'autres roues plus grandes faisant circuler les différentes planètes et situées entre les deux tables ou plaques. Il y a en outre sur le même axe commun encore une autre roue destinée à faire tourner le cercle des jours et des mois, ainsi qu'une particule d'une vis sans fin, comme on a l'habitude de dire, laquelle par l'intermédiaire d'un

Motus autem, qui in hoc Automato cernitur, ratio converso pegmate, inspectaque intus machina cognoscitur. Reducto enim quod hac parte eam claudit operculo, apparet intus lamina ex ære octogonum totum, uti anterior, occupans, atque ab illa anteriore pollicis unius intervallo remota, & columellis pluribus conferta. Porro axis quidam ferreus hic apparet bipedalis transversim objectus, ac totidem, quot sunt Planetæ, rotis instructus, quarum unaquæque cochlea una per modiolum trajecta affigitur. Harum rotarum dentes dentibus majorum rotarum Planetas singulos circumferentium, interque binas laminas jacentium aptantur. Porro eidem axi communi alia præterea rota infidet circulo dierum ac mensium convertendo destinata; itemque cochleæ, quam

certain petit axe denté, fait tourner, une fois en trois cents ans, un cercle où se trouvent inscrits les chiffres correspondants à chacun d'eux.

Or, la position de cet axe de fer est la suivante : il est horizontal mais non pas parallèle à la grande table dont nous avons parlé : à droite, pour celui qui examine l'intérieur de l'automate, il s'en écarte beaucoup plus que de l'autre côté, ce qui a dû être fait ainsi pour que la conversion de cet axe unique pût suffire pour mettre en mouvement toutes les planètes.

Les nombres des dents ont été trouvés d'après une méthode que nous expliquerons un peu plus loin ; ils sont adaptés si exactement aux mouvements moyens qu'en vingt ans il suffit de faire avancer Saturne de 1 minute 34 secondes, Jupiter de 1' 9", Mars de 24' 0", Vénus de 3° 37', Mercure de 7' 47", la Lune de 1° 31' ¹⁵). Nous n'avons d'ailleurs pas seulement représenté les mouvements moyens, mais outre ceux-ci l'inégalité qui existe en réalité dans la marche de chacune des planètes, ceci suivant les anomalies établies par Kepler dont l'autorité est fort grande auprès des astronomes ¹⁶). Nous ferons voir en lieu propre comment cette inégalité est obtenue.

On voit en outre de ce côté du planétaire l'horloge automatique attachée à la dite table un peu au dessus de l'axe, par la force de laquelle ce grand axe exécute ses révolutions annuelles entretenant le mouvement continu universel ; en effet, le mouvement est transmis par l'horloge à la roue montée sur l'axe que nous avons dite être adaptée au cercle des jours et des mois, comme cela paraîtra plus clairement dans la figure ci-jointe [Fig. 144]. Il serait inutile de décrire l'intérieur de l'horloge, puisque cette invention est bien connue. Elle est mise en mouvement par un ressort spiral. Or, nous avons ici assuré l'uniformité du mouvement par un deuxième ressort hélicoïdal capable de tempérer les oscillations par sa vertu égalisatrice, remède que nous avons conçu en second lieu après l'invention du pendule ¹⁷) ; il est en vérité moins sûr que celui-ci, puisque la force du ressort augmente ou diminue quelque peu par le froid et la chaleur ; mais ici cet agencement était plus apte et plus pratique. Quant au premier ressort, il doit être remonté une fois par semaine.

¹⁵) Ceci s'accorde avec la table de la p. 176 qui précède. Voyez aussi sur ce passage la note 3 de la p. 581 qui précède.

¹⁶) Les mots „quorum apud astronomos maxima auctoritas” avaient été biffés par Huygens et remplacés par : quas hactenus astronomi plerique sequuntur. Ici aussi (comparez la note précédente) nous avons, avec les éditeurs de 1703, conservé l'ancien texte.

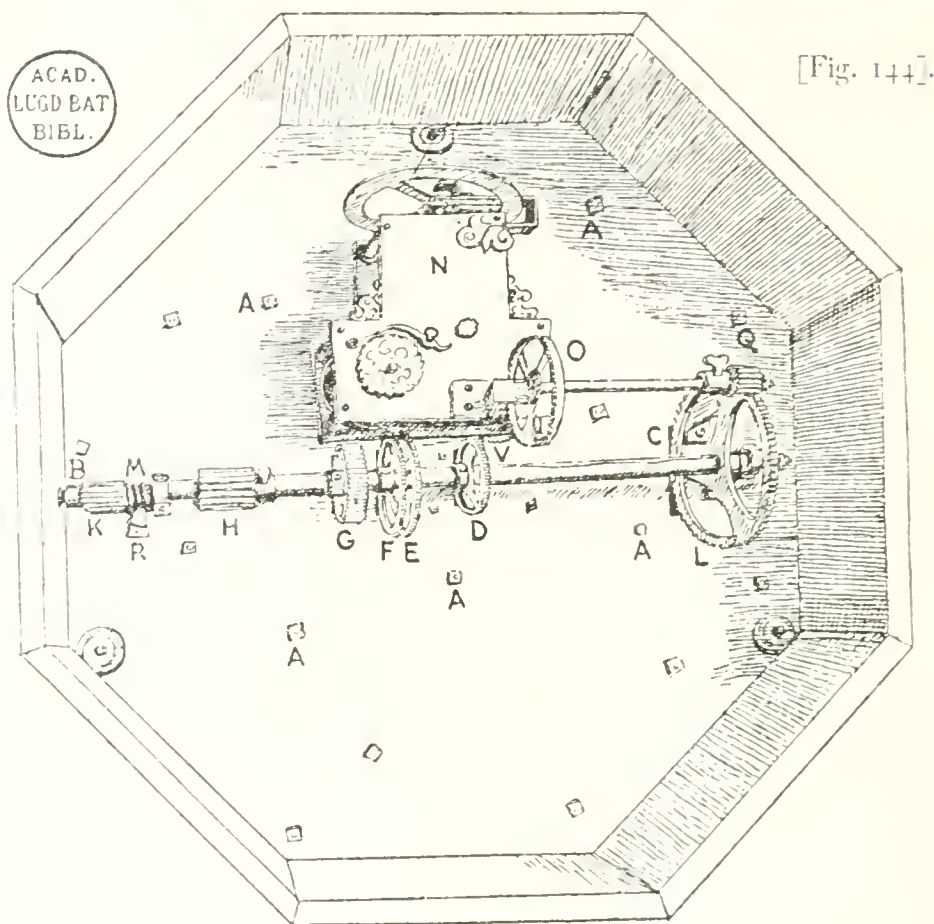
¹⁷) Consultez sur ce sujet, c. à. d. les remontoirs à ressort moteur, les p. 181—182 du T. XVII.

infinitam vocant, particula, quæ circum cum inscriptis annis trecentis, totidem annorum spatio semel circumducit, intercedente axiculo quodam dentato.

Positum vero axis ferrei quod attinet, is horizonti quidem parallelus est, non autem laminæ magnæ quam jam demonstravimus, sed parte ea, quæ inspicienti dextra est, *(p. 438)*, multo magis ab illa recedit, quod ita faciendum fuit, ut commodius unius axis conversio omnium planetarum diversis motibus sufficeret.

Dentium vero numeri certa ratione, quam mox exponemus, reperti sunt, tamque exacte mediis motibus aptati, ut in annis viginti Saturnus tantum scrupulo 1, 34' promovendus sit, Jupiter 1', 9". Mars 24', 0". Venus gradibus 3. scrup. 37', Mercurius 7', 47". Luna parte 1, scrup. 31' ¹⁵). Cæterum non tantum motus medios exhibuimus, sed & cum inæqualitate ea quæ reipsa planetarum cursibus inest; idque secundum anomalias a Keplero excogitatas, quarum apud astronomos maxima auctoritas ¹⁶). Quo pacto autem hæc inæqualitas conficiatur suo loco ostendemus.

Porro etiam horologium Automaton hac parte conspicitur paulo supra axem dictæ laminæ adfixum, cujus horologii vi axis ille magnus annuas conversiones facit, ac per eum omnia continuo motu cientur; transit enim motus ab horologio in rotam axi infixam quam dierum ac mensium circulo aptari diximus, quemadmodum in adscripto typo apertius liquebit. Interiora horologii percensere nihil necesse est, cum vulgo notum sit inventum, cujus nimirum vis a lamina in helicem convoluta. Hic vero motus æqualitatem alia *ἐλκωδῆς* lamina adjuvimus, quæ libramento recursus temperaret ¹⁷); quod alterum post inventa pendula remedium excogitavimus non æque tutum quidem, quod frigore & calore elater vires suas paulatim quid intendat ac remittat, sed hic aptius convenientiusque. Intenditur autem lamina illa prior motus effectrix septenis quibusque diebus.]



[Fig. 144].

EXPLICATION DE LA FIG. 144.

- A.A. Sont des plaques carrées servant à fixer à l'aide de vis les extrémités des colonnes indiquées dans la Fig. 141 par les lettres TT.
- C.B. Est l'axe de fer long de deux pieds.
- D. Est la roue, pourvue de 121 dents, qui met en mouvement les roues de Mercure.
- E. La roue de Vénus, pourvue de 52 dents.
- F. Celle de la Terre, à 60 dents.
- G. Celle de Mars, à 84 dents.
- H. Celle de Jupiter, à 14 dents.
- K. Celle de Saturne, à 7 dents.
- L. Roue de 73 dents, met en mouvement le cercle sur lequel sont inscrits les mois et les jours.

E X P L A N A T I O

(p. 439)

TAB. 2. FIG. 3.

- A.A. *Sunt lamellæ quadratæ, quæ columellarum Fig. 4. Tab. 3. litteris TT. designatarum capita cochleis asfringunt.*
- C.B. *Est axis bipedalis ferreus.*
- D. *Est rota, quæ Mercurii rotas movet constans dentibus 121.*
- E. *Rota Veneris constans dentibus 52.*
- F. *Telluris, dentibus 60.*
- G. *Martis, dentibus 84.*
- H. *Jovis dentibus 14.*
- K. *Saturni dentibus 7.*
- L. *Rota dentium 73. movet circulum, cui menses diesque inscripti sunt.*

- m. Est une particule d'une vis sans fin, dont la conversion effectue la révolution en 300 ans par l'intermédiaire de deux roues attachées l'une et l'autre au petit axe désigné par E dans la Fig. 144 bis; chacune d'elles a 6 dents et l'une d'elles engrène dans la vis sans fin, l'autre, à l'intérieur, dans les dents de la roue de 300 ans.
- n. Est l'horloge.
- v. La roue par laquelle l'horloge met en mouvement l'axe CB.
- p. Font quatre dents à l'extrémité de l'axe de la roue V¹⁸⁾.
- o. Est la roue mise en mouvement par les dents P; elle en possède elle-même 45.
- q. Est un tympan monté sur l'axe de la roue O et possédant 9 dents à l'aide desquelles la roue L, et par celle-ci l'axe, sont mus.
- r. Est une plaque de cuivre (attachée à la grande plaque) le petit trou de laquelle est occupé par la petite roue E représentée dans la Fig. 144 bis.
- [Fig. 144 bis] Dans la Fig. 144 qui représente l'aspect de la machine retournée après l'enlèvement de la planche qui la recouvrait, les plaques carrées indiquées par la lettre A et les autres qui leur sont semblables, tiennent pas des vis les extrémités des colonnes qui rattachent à la table qu'on voit de ce côté l'autre table mentionnée plus haut, celle de devant, qui est coupée en parties par les orbes des planètes.

L'axe de fer long de deux pieds est CB, lequel est distant de la table de deux pouces du côté où se trouve la lettre C.

Les roues montées sur cet axe font circuler les planètes dans leurs orbes, D étant la roue de Mercure, E celle de Vénus, F celle de la Terre, G celle de Mars, H celle de Jupiter, K celle de Saturne. Quant au cercle sur lequel sont inscrits les mois et les jours, c'est la roue L qui le meut; et la révolution en 300 ans est effectuée par celle de la vis sans fin M par l'intermédiaire de deux pignons attachés à un même axicule et possédant chacun 6 dents, dont l'une engrène dans cette vis et l'autre, intérieurement, dans les dents de la grande roue des 300 ans.

C'est donc par les révolutions annuelles du seul axe CB (car la roue L et la vis M en font aussi partie) qu'une si grande diversité de mouvements est produite. Or, cet axe est mis en mouvement par l'horloge de la manière suivante. Il y a dans elle une roue V, partiellement visible dans la figure, qui fait ses révolutions en 96 heures. À l'autre extrémité de l'axe de cette roue, en P¹⁸⁾, ont été entaillées quatre dents lesquelles engrènent dans une roue O à 45 dents. L'axe de cette dernière porte également un tympan Q à neuf dents qui engrènent dans les 75 dents de la roue L.

Il faut maintenant figurer les roues planétaires situées entre les deux tables pour qu'il apparaisse comment elles sont construites et quel est leur mouvement.

¹⁸⁾ La lettre P fait défaut dans notre figure.

M. *Est cochleæ infinite particula, cujus convolutio annorum 300 circuitum efficit, intercedentibus binis rotulis communi axiculo Tab. 3. designato E affixis; quibus singulis dentes 6. quarumque altera huic cochleæ convenit; altera interior rotæ annorum 300. dentibus inferitur.*

N. *Horologium.*

R. *per quam horologium movet axim CB.*

P. *Sunt dentes quatuor in extremitate axis rotæ V.*

O. *Rota, quæ a dentibus P. movetur, & dentes habet 45.*

Q. *Tympanum est axi rotæ O. inherens constans dentibus novem, quibus movetur rota L & per eam axis.*

R. *Est lamella ærea huic laminæ majori affixa, cujus orificio parvulo inheret annulus dentatus E Tab. 3. depictus.*

In schemate adscripto, quæ conversæ machinæ faciem amoto operculo exhibet, (p. 440.) lamellæ quadratæ, quibus adscriptum est A, reliquæque iis similes, eæ columellarum capita cochleis adstringunt, quibus columellis laminæ, quæ hic cernitur, connectitur anterior illa Planetarum orbibus in partes dissecta.

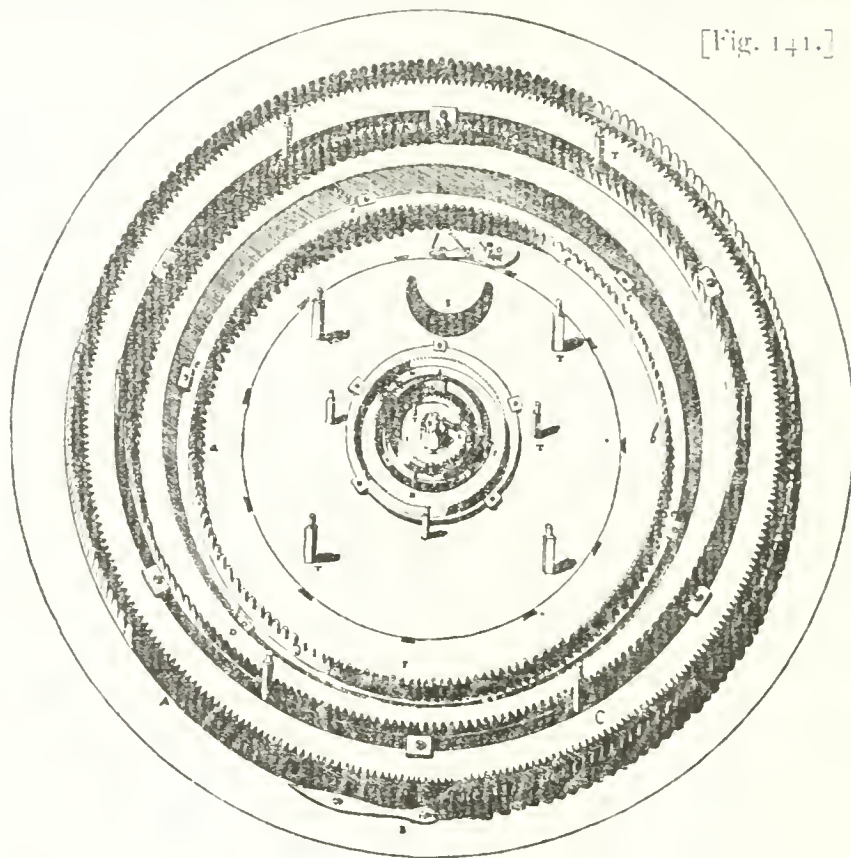
Axis bipedalis ferreus est CB, parte ea, qua C adscriptum est, pollices binos a lamina distans.

In hoc axe defixæ rotæ orbes planetarum circumagunt, D quidem Mercurii, E Veneris, F Telluris, G Martis, H Jovis, K Saturni. Circulum vero cui menses diesque inscripti sunt rota L movet, ac denique annorum 300 circuitum efficit cochleæ M convolutio, intercedentibus rotulis binis communi axiculo affixis, quibus singulis dentes 6, quarumque altera cochleæ huic convenit, altera interior rotæ annorum magnæ dentibus inferitur.

Per unum igitur axem CB annuas conversiones peragentem, (namque & rota L & cochlea M ipsi inhaerent) tot motuum diversitas perficitur; axis autem ab horologio hoc modo ciitur. Est in horologio rota V, cujus hic particula tantum cernitur horis 96. singulas conversiones faciens. Hujus axi altero capite ad P¹⁸) dentes additi sunt quaterni, hi inferuntur rotæ O dentibus 45. cui rota in communi axi jungitur tympanum Q. novem dentibus incisum; qui denique aptantur dentibus 73 rotæ L.

Oportet nunc & interjectas utrique laminæ planetarum rotas inspicuendas dare, ut quomodo constructæ sint & quo pacto circumeant, appareat.

[Fig. 141.]



EXPLICATION DE LA FIG. 141.

- A. Roue de Saturne à 206 dents.
- B. Petit axe portant Saturne.
- C. Roue sur laquelle sont inscrits trois cents ans et servant à indiquer l'année présente en faisant une seule révolution en tout ce temps là. Elle a 300 dents et est mise en mouvement au moyen de la vis sans fin désignée par M dans la Fig. 144, ceci par l'intermédiaire du petit axe denté E [Fig. 144 bis].
- D. Roue à 219 dents montrant par sa rotation le mois et le jour du mois.
- E. Roue à 166 dents menant Jupiter placé sur le petit axe G.
- H. Roue de Mars à 158 dents avec son petit axe.
- I. Roue de la Terre en même temps que de la Lune. Elle a 60 dents.
- K. Couronne à 137 dents fermement attaché à la table antérieure de la machine et qui, pendant la révolution de la roue de la Terre, met en mouvement les petites roues portant la Terre et la Lune.
- L. Roue de Vénus à 52 dents.

E X P L A N A T I O

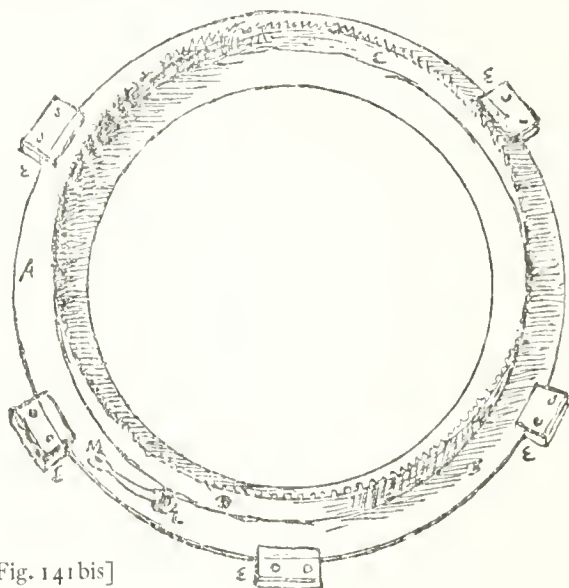
p. 441.

TAB. 3. FIG. 4.

- A. Rota Saturni constans dentibus 206.
- B. Brachiolum, cui Saturnus infigitur.
- C. Rota est, cui anni trecenti inscribuntur, ut annum designet illo temporis spatio semel circumvoluta. Constat dentibus 300. Circumvolvitur autem ope cochleæ infinite, quæ in Tab. 2. Fig. 3. littera M designatur, idque ope axiculi dentati v.
- D. Rota, quæ mensem diemque mensis sua circumvolutione ostendit, constans dentibus 219.
- E. Rota est, quæ circumducit Jovem brachiolo G infixum. Constat dentibus 166.
- II. Rota Martis cum suo Brachiolo constans dentibus 158.
- I. Rota telluris simul cum Luna, quæ habet dentes 60.
- K. Circulus dentatus, qui fixus inheret anteriori laminae totius machine, & qui, dum rota Telluris circumducitur, movet rotulas, quibus Tellus simul cum luna infigitur. Habet autem dentes 137.
- L. Rota Veneris, constans dentibus 32.

- M. Roue de Mercure à 17 dents.
 N. Axe fixe à l'une des extrémités duquel est attaché le Soleil.
 O. Axicule de Mercure attaché d'une part à l'axe du Soleil, de l'autre à la colonne P dressée sur la plaque immobile de la Terre. Il porte deux pignons dont l'un R qui meut la roue de Mercure, a 7 dents, tandis que l'autre Q en a 12. Cet axicule se trouve à une distance telle du plan de la figure que les roues de Vénus et de Mars peuvent exécuter leurs mouvements sous lui.
 S. Ouverture derrière laquelle tourne la plaque qui montre les heures.
 TTTT désignent les colonnes auxquelles sont attachés par des vis tous les objets représentés dans la Fig. 144.
ab. Est un anneau plan servant à faire décrire son orbe à une planète.
cd. Est une couronne dentée.
ee. Font des roulettes retenant l'anneau plan en son lieu pendant sa circulation.
lm. Est une petite lame.

À chaque planète appartient donc un anneau plan correspondant à l'amplitude de son orbite et sur lequel une couronne dentée se dresse perpendiculairement, partout à égale distance du contour de l'anneau¹⁹⁾. Cet anneau, voisin, à l'intérieur, de la table octogonale antérieure, fait circuler le globule représentant le corps planétaire,



[Fig. 141 bis]

placé sur un petit axe attaché à l'anneau, de telle manière que le globule se trouve, à l'extérieur, à une petite distance de la dite table antérieure. Après des circonférences extérieures de ces anneaux sont placées certaines roulettes attachées à la table lesquelles guident les rotations des anneaux et les empêchent en même temps de s'écarter d'elle. Il y en a cinq ou six pour les planètes supérieures Saturne et Jupiter, vu la grandeur des anneaux qui leur correspondent, pour les autres quatre ou trois suffisent.

Dans la Fig. 141 l'anneau plan est *ab* [ou AB dans la Fig. 141 bis

¹⁹⁾ Dans le manuscrit Huygens ajoutait: *præterquam in Mercurio planeta ut postea explicabitur.*

- M. *Rota Mercurii dentes habens 17.*
 N. *Axis fixus, cui ab altera parte Sol insigitur.*
 O. *Axiculus Mercurii una ex parte infixus axi Solis, ex altera columellæ v lamellæ Telluris immobili insistenti. Habet autem ille duas rotulas, quarum illa R, quæ movet Rotam Mercurii, habet dentes 7. altera vero Q dentes 12. Hic autem axiculus ita supra planum hujus figuræ elevatus est, ut Rotæ Veneris & Mercurii sub eo motus suos exercere queant.*
 S. *Apertura per quam lamina horas monstrans circumducitur.* (p. 442).
 T.T.T.T. *Designant columellas, quibus hæc omnia illi laminae quam secunda Tabula Fig. 3. repræsentat affiguntur cochlearum ope.*
 ab. *Est annulus planus, quo Planeta circumvolvitur.*
 cd. *Armilla dentibus incisa.*
 ee. *Repagula annulum planum in ambitu continentia.*
 Im. *Brachiolum.*

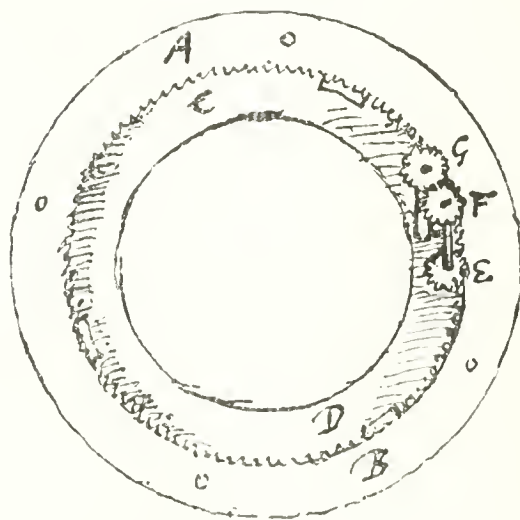
Singulis igitur Planetis annulus planus ad orbitæ eorum amplitudinem dicatus est, cui armilla dentata rectis angulis insistit, æqualiter undique ab annuli peripheria distans ¹⁹). Annulus iste Tabulæ octogonæ anteriori intus applicitus globulum, Planetæ corpus referentem, circumfert, stylo exiguo sibi infixum, quo extra laminam anteriorem tantillo promineat. In circumferentia annuli hujus repagula quædam collocata sunt laminæque adfixa intra quæ circulari motu ipsi moventur, simulque ut ne a jam dicta lamina recedant continentur. Horum in Planetis superioribus Saturno ac Jove quina aut sena adjecta sunt propter annulorum magnitudinem, in reliquis quaterna aut trina sufficiunt.

In figura hic descripta annulus planus est *ab*, super hunc erecta armilla ac dentibus

omise par les éditeurs]; la couronne dentée dressée sur lui est *cd* [ou CD]. Les roulettes guidant l'anneau plan à l'extérieur sont désignées par *ee* [ou l'E]. Elles se composent chacune de deux parties, savoir d'une partie inférieure que frise la circonférence extérieure de l'anneau et qui est attachée à part à la table planétaire, et d'une partie supérieure jointe à l'autre par des vis laquelle recouvre tant soit peu le contour de l'anneau et l'empêche ainsi de sortir de son plan comme on peut le voir dans la figure.

C'est donc par de tels anneaux que sont charriées les diverses planètes, parcourant ainsi des orbites circulaires. Si nous avions voulu faire celles-ci elliptiques, ceci aussi aurait été d'une exécution facile, puisque chaque planète n'est pas attachée à l'anneau *ab* lui-même, mais à la petite lame *lm* mobile autour de l'axicule M et attachée, elle, à l'anneau, laquelle porte en L la planète insérée dans un tube; en cet endroit il faudrait faire dans l'anneau un trou un peu plus grand, de cette façon la planète pourrait aisément se mouvoir dans une fente elliptique. Toutefois, comme ces ellipses ne diffèrent que fort peu de circonférences de cercles, il ne nous a pas semblé y avoir une raison suffisante pour les introduire. Mais pour les planètes Saturne et Jupiter nous avons effectué par la dite méthode qu'elles se meuvent un peu plus librement par leurs fentes assez étroites. Tout semblable à ces anneaux est celui sur lequel sont inscrites les divisions des jours; mais le cercle des ans n'a que l'anneau plan seulement pourvu de dents à l'extérieur; nous avons dit plus haut comment il est mis en mouvement. Pour ces anneaux des jours et des ans nous avons trouvé une place entre ceux qui portent Saturne et Jupiter; par conséquent dans la table antérieure les ouvertures par lesquelles on voit ces divisions ont été pratiquées entre les orbites de ces deux planètes.

[Fig. 145]



Il faut maintenant faire voir comment le mouvement mensuel de la Lune est obtenu. Qu'on considère la partie de la table antérieure qui est bornée par les orbites de Mars et de la Terre. A cette partie est attaché, par derrière, un anneau portant 157 dents à sa circonférence intérieure; dans la Fig. 145 il est indiqué par les lettres inscrites A B. Cette circonférence dentée est un peu plus grande que l'orbite annuelle de la Terre, et l'anneau AB s'élève un peu au-dessus du plan auquel il est attaché, de sorte que peuvent être placées sous lui les roulettes entre lesquelles tourne l'anneau qui porte la Terre, lequel est indiqué par les lettres C D.

L'anneau CD fait tourner avec lui un axicule qu'il porte et qui lui est perpendiculaire, aux extrémités duquel sont attachés les pignons E, F, dont l'inférieure a douze dents

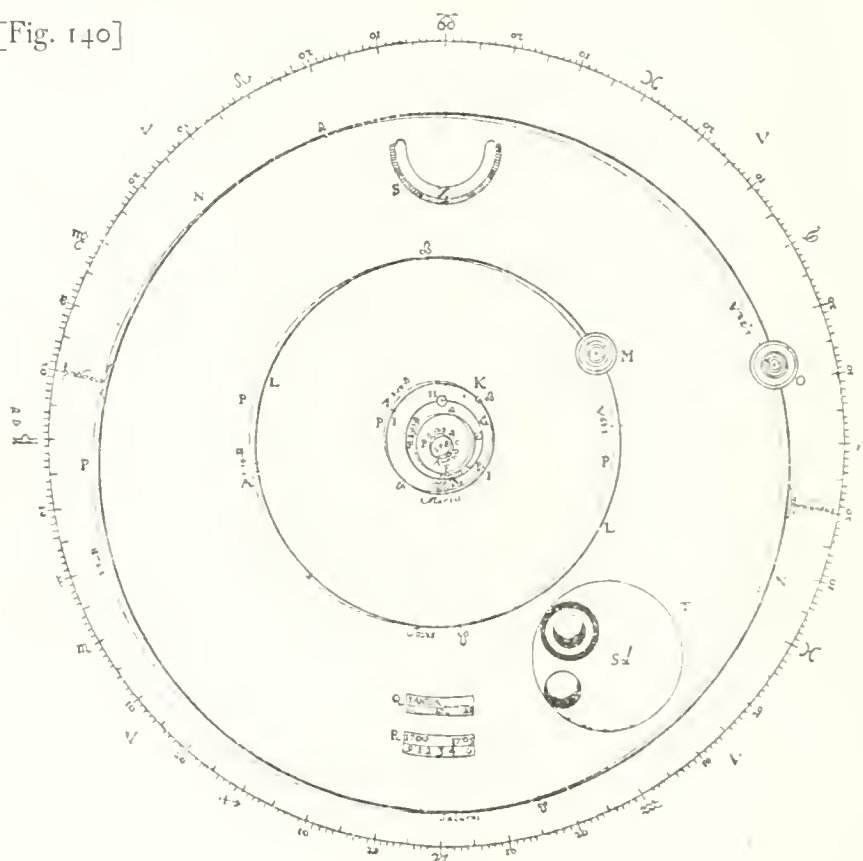
incisa *cd*. Repagula annulum planum in ambitu continentia *ee*. Hæc singula duabus partibus conflant, inferiore quam extrema annuli circumferentia radit, quæque seorsim laminæ Planetariæ adfixa est; tum alia huic superposita & cochleis conjuncta, quæ paulum supra annuli marginem protenditur, atque ut ne excidere possit impedit, sicut in figura videre est.}

Hujusmodi itaque annulis singuli Planetæ feruntur, ac circulares orbitas percurrunt. (*p. 443*). Quod si Ellipticas voluissimus, nullo negotio id quoque efficere licebat, defixo scilicet Planeta non in annulum ipsum *ab*, sed in brachiolum *lm*, ipsi inhaerens, quod movetur in axiculo *m*; in *l* vero Planetam tubulo insertum gerat; qua parte annulus laxiori foramine perforandus. Sic enim facile per rimam Ellipticam planeta ducetur. Sed cum parum adeo a circulis Ellipses istæ differant, non satis causæ visum, ut eas adhiberemus. In Saturno autem ac Jove, quo liberius per rimas angustiores circuli laberentur hæc ipsâ ratione effecimus. Est autem his prorsus similis ille, cui dierum divisiones inscriptæ sunt; ut annorum circulus solum annulum planum habet dentibus in circumferentia incis, qui quomodo motum accipiat jam ante dictum. Et his quidem dierum & annorum annulis locus repertus est inter illos qui Saturni & Jovis Planetas vehunt; Eoque & foramina, quibus divisiones illæ spectentur, inter istorum orbitas Planetarum in anteriore tabula sunt incisa.

Jam de menstruo Lunæ motu ostendendum qua ratione ordinatus sit. Inter Martis ac Terræ orbitas quod interjacet laminæ Planetariæ segmentum, in eo intus defixus est annulus, interiore circumferentia dentes habens 137, quem in hoc schemate significant inscriptæ literæ *AB*. Circumferentia hæc dentata paulo major est orbita terræ annuâ, atque ipse annulus *AB* paulum supra planum, cui affixus est, attollitur, ut sub ipso collocari queant repagula, intra quæ volvitur annulus Tellurem ferens, qui notatus est literis *cd*. Ille porro annulus axiculum circumfert ad rectos angulos sibi insistentem, rotulasque utroque capite affixas habentem *E, F*, quarum inferior duodenos dentes

engrenant dans celles de l'anneau AB, tandis que le pignon supérieur en a treize. Ces dernières engrènent dans les 12 dents du pignon G juxtaposé ayant lui aussi son axe planté dans l'anneau CD; or, cet axe a une cavité regardant la face antérieure de la table planétaire, dans laquelle cavité est fixée un petit axe attaché au cercle lunaire. Pour que rien n'empêche la vue des deux pignons E, F, je n'ai cru devoir représenter dans la figure ni un certain rétinacle attaché à l'anneau CD lequel tient en place, par

[Fig. 140]



leurs extrémités supérieures, les deux petits axes mentionnés, ni aussi la couronne dentée.

Lorsque l'anneau terrestre CD tourne suivant l'ordre des lettres A E B, révolution qui vue sur la face de devant de la table procède suivant l'ordre des signes du zodiaque, il est nécessaire que les pignons E et F tournent à rebours, et le pignon G de nouveau dans le sens opposé à celui de E et F, donc dans le même sens que l'anneau de la Terre. Or, nous avons dit qu'un petit axe est inséré dans l'axe cave du pignon G, auquel axe est attaché le petit anneau qui porte la Lune sur son bord et la Terre en

habet commissos dentibus annuli AB, superior tredecim. Superioris dentes inferuntur (p. 444.) dentibus 12 rotulae G juxta collocatae, axemque itidem annulo CD infixum habenti, qui quidem axis cavitatem habet in partem anteriorem tabulae Planetariae patentem, in quam cavitatem desigitur stylus exiguus ac lunari circello conjunctus. Caterum nec retinaculum quoddam annulo CD affixum & utrosque, quos diximus, axiculos parte superiori detinens, uti nec armillam dentatam exprimendam duxi, ne quid rotularum EF conspectum impediret.

Revolutio itaque annulo Terrestri CD secundum ordinem literarum AEB, quae revolutio anteriori tabulae parte spectata incedit secundum signorum ordinem zodiaci; necesse est contrario motu circumire rotulas E & F, atque huic rursus contrario rotulam G, hoc est, in partem eandem cum annulo Telluris: diximus autem in axem cavum rotulae G stylum inferi, cui cohæret orbiculus Lunam in circumferentia gerens, Tellu-

son centre, d'où résulte que le parcours de la Lune est bien ordonné; il paraîtra plus loin jusqu'à quel point il s'accorde avec la période du mois.

Ayant exposé jusqu'ici les différentes parties de la machine, nous dirons maintenant avec quelles proportions des rayons et de quels centres nous avons décrit les orbites des planètes sur la table antérieure et aussi où nous avons placé les points des aphélies et des noeuds; ensuite quel nombre de dents nous avons attribué à chaque roue pour obtenir les bons rapports des mouvements moyens et par quelle méthode nous avons calculé ces nombres; enfin par quelle construction des dents nous avons réussi à représenter les anomalies telles qu'elles doivent être.

Voici ce que nous avons fait. Après avoir décidé que la grandeur de la table octogone serait telle que la perpendiculaire du centre sur un quelconque des côtés aurait la longueur de $11\frac{1}{2}$ pouces, nous avons décrit avec un rayon de $10\frac{1}{2}$ pouces du même centre, où il faut mettre le Soleil, la circonférence de cercle des signes de l'écliptique. [Fig. 140]. Nous avons divisé cette circonférence en 360 parties et nous avons mis les 12 signes chacun en son lieu, plaçant celui du Bélier à droite à la hauteur du centre.

Les lieux des aphélies marqués dans un tableau joint à l'écliptique font voir dans quelles directions les centres des orbites ont été pris pour chaque planète. Et les valeurs des rapports des rayons compris dans le même tableau font connaître aussi la grandeur de chacun d'eux aussitôt que la longueur d'un d'eux, ici le rayon de l'orbite terrestre, est donné. Or, nous avons donné à ce dernier rayon la longueur d'un pouce, c. à. d. celle de la douzième partie du pied rhénan. En prenant le rayon de l'orbite de la Terre de 100000 parties, les autres rayons auront les nombres de parties marqués dans le tableau. Les excentricités ici notées sont aussi exprimées dans la même unité. Il faut les considérer comme portées du centre de l'écliptique, où est le lieu du Soleil, vers les lieux des aphélies: leurs extrémités désignent alors le centre de chaque orbite.

Voulant p.e. décrire la route de Saturne au commencement de l'année de Christ 1682, je tire une droite du centre de l'ellipse au point $27^{\circ}40'$ du Sagittaire, je porte sur elle à partir du même centre 54 parties telles que le rayon de la terre, c. à. d. un pouce, en contient 100: on ne peut pas, à cette petite échelle, prendre plus de décimales. Je trouve ainsi le centre de l'orbite de Saturne. Alors, prenant un rayon de 951 des mêmes parties, je décris l'orbite de la planète et je marque de la lettre A son aphélie là où l'orbite est coupée par la droite que j'ai dit être tirée du centre. Mais comme dans le ciel toutes les orbites planétaires font un certain angle avec l'écliptique ou plan de l'orbite terrestre, ce dernier étant ici censé coïncider avec la surface de la table, de telle manière évidemment que chaque plan est moitié au dessus, moitié au dessous de l'écliptique, il est clair que ce ne sont pas les orbites des planètes elles-mêmes que nous avons décrites mais leurs projections orthogonales sur le plan de l'écliptique, projections que nous considérons cependant comme étant elles-mêmes les orbites, vu que c'est d'après elles qu'on examine le mouvement longitudinal de la planète, quoique ce ne soient en vérité que les orbites rapportées au plan de l'écliptique.

rem vero in centro; quare recte ordinatus est Lunæ circuitus; quam bene vero tempori Mensis Periodici conveniat inferius manifestum fiet.

Expositis hætenus singulis machinæ partibus, dicemus jam, quibus semidiametrorum inter se proportionibus, quibusque centris orbitas Planetarum in Tabula anteriore descripsimus, item ubi Apheliorum ac Nodorum puncta constituerimus; deinde quem dentium numerum rotæ cuique tribuerimus, ut mediorum motuum constaret ratio, deque ejusmodi numerorum inventionem; ac denique qua dentium constructione debitas motuum anomalias expederimus.

Igitur octogonæ laminæ statuta hac magnitudine, ut quæ ex centro in latus perpendicularis ducitur sit pollicum $11\frac{1}{2}$, centro eodem, ubi & Sol collocandus, circulum (p. 445.) Eclipticæ signorum descripsimus radio pollicum $10\frac{2}{3}$. Hunc circulum in partes 360 partiti sumus, Signaque 12 suis locis adscripsimus, collocato Arietis signo in parte, quæ spectanti ad dextram est, ac pari cum centro altitudine.

Porro Apheliorum loca in laterculo adjecto notata, in quam partem uniuscujusque Planetariæ orbitæ centrum sumptum fuerit, declarat. Ex proportionem vero semidiametrorum juxta collocata etiam mensura harum linearum intelligitur, si una ipsarum quæ est orbitæ Telluris semidiameter definita fuerit, quam quidem pollicis unius statuiamus, seu pedis Rhenolandici duodecimam partem, qualium enim hæc partes 100000 continere censetur, talium radii orbitarum cæterarum partes in laterculo descriptas habent. Earundem quoque partium sunt excentricitates hic adnotatæ, quas ex centro Eclipticæ, ubi locus Solis, versus Apheliorum loca accipere oportet, atque ibi centra cuiusque orbitæ signare.

Ita ex. gr. Saturni orbitam descripturus initio Anni Christi 1682. lineam ex Eclipticæ centro duco ad Sagittarii grad. 27, scr. 40'. in ea pono ex centro eodem particulas 54, qualium semidiameter orbitæ telluris sive pollex unus 100 continet, non possumus enim in hac parvitate posteriores minutias prosequi. Ita centrum orbitæ Saturni reperio. Tum deinde accepto semidiametro partium earundem 951, orbitam Planetæ describo, cujus Aphelium signo litera A ad intersectionem rectæ ejus, quam ex centro ductam ostendi. Cum vero orbitæ Planetariæ in cælo omnes non nihil declinent a plano Eclipticæ seu plano orbitæ telluris, quod planum hic ipsius tabulæ superficies esse intelligitur; ut nimirum dimidiâ sui parte supra attollantur, altera dimidia infra descendant, perspicuum est, non esse ipsas Planetarum orbitas, quæ a nobis (p. 446.) sunt descriptæ, sed lineas ejusmodi in quas incidunt ductæ in Eclipticæ planum perpendiculares ex orbitarum quibuscumque punctis, quas tamen lineas pro orbitis ipsis habemus, quod secundum illas Planetæ motus in longitudinem examinetur; revera autem sunt orbitæ ad Eclipticæ planum reductæ. Itaque puncta bina, quibus orbita quæque

Nous avons indiqué par leurs signes Ω et ϑ les deux points, appelés noeuds, où chaque orbite coupe le plan de l'écliptique, signes dont le premier est attribué au noeud ascendant, celui à partir duquel la planète va du côté boréal par rapport à l'écliptique, côté qui doit être censé se trouver au dessus de la table, le second au noeud descendant, c.à.d. au point où la planète passe dans l'hémisphère austral. Ces noeuds se trouvent suivant le sentiment universel des astronomes opposés l'un à l'autre sur une droite passant par le centre du soleil, quoique ceci ne semble pas être tout-à-fait exact, comme nous le dirons plus amplement en un lieu propre²⁰). Ici nous avons marqué dans un tableau les lieux des noeuds ascendants ainsi que les angles ou inclinaisons des plans des orbites planétaires par rapport à celui de l'écliptique, d'après les auteurs qui nous semblent les plus dignes de foi, e.a. en faisant usage pour Vénus et Mercure des résultats les plus récents d'observateurs qui ont vu passer ces planètes sur le disque du soleil²¹).

POUR LE 1 JANVIER DE L'ANNÉE 1682²²)

	Aphélie	Noeuds ascendants	Inclinaisons	Rayons des orbites planétaires	Excentricités dans les memes unités
de Mercure	15° 11' 19" \angle	14° 29' 47" \times	6° 54' 0"	38806	8149
de Vénus	2° 59' 44" \approx	13° 54' 52" Π	3° 22' 0"	72400	500
de Mars ²³)	0° 30' 17" \equiv	17° 38' 12" \times	1° 50' 30"	152350	14115
de la Terre ²³)	7° 7' 20" δ			100000	1800
de Jupiter	7° 55' 43" \equiv	5° 30' 42" $\overline{\sigma}$	1° 19' 20"	519650	25058
de Saturne ²⁴)	27° 39' 46" \angle	21° 36' 26" σ	2° 32' 0"	951000	54207
Rapport du diamètre de l'anneau de Saturne à celui du Soleil				11:37 ²⁵)
" " " " " " " " " " globe de Saturne				9:4
" " " " " " " " " " Jupiter " " " Soleil				2:11
" " " " " " " " " " Mars " " " " " " " " " "				1:166

²⁰) Huygens reprend ici une idée qu'il semblait avoir abandonnée en 1686 (fin de la p. 310 qui précède). Nous ne trouvons rien sur cette question dans le „Cosmotheoros”.

²¹) Ceci ne s'applique en réalité qu'à Mercure seul: voyez la note suivante.

²²) On trouve déjà à la p. 149 qui précède les mêmes valeurs, empruntées aux Tables Rudolphines, des longitudes des aphélie et des noeuds ascendants, excepté dans le cas du noeud ascendant de Mercure où Huygens a pris la valeur de Gallet: voyez la p. 177 qui précède. Les rayons des orbites et les excentricités sont tous les mêmes que chez Kepler; voyez la p. 148 qui précède. Les inclinaisons — comparez la p. 177 qui précède — sont également celles qu'on trouve dans les Tables Rudolphines.

²³) C'est apparemment par inadvertance que Huygens a interverti ici les places de la Terre et de Mars.

²⁴) Voyez sur la longitude de l'aphélie de Saturne la note 42 de la p. 149 qui précède.

²⁵) Avec l'exception de ce qui se rapporte à Mercure, on trouve tous ces rapports dans le „Systema Saturnium” de 1659 (T. XV). Seulement Huygens y avait écrit pour le cas de la terre et du soleil 1:111 au lieu de 1:110.

planum Eclipticæ interfecat (hi nodi vocantur) suis signis ♄ & ♀ notavimus, quorum illud nodo aſcendenti tribuitur, unde nimirum Planeta ad partes Eclipticæ boreas feratur, quas ſupra tabulam exiſtere intelligendum; alterum nodo deſcendenti, quo præterito in partes auſtrinas tranſeat. Hi vero in eadem linea recta per Solis centrum ducta oppoſitos locos obtinent communi Aſtronomorum conſenſu, etſi non plane ad amuſſim res ſeſe hoc modo habere videatur, ut ſuo loco amplius declarabitur¹⁸). Cæterum loca nodorum aſcendentium; Et quali angulo plana orbitarum Planetarum ad Eclipticæ planum inclinentur in tabella hic expreſſimus; auctores eos ſecuti qui maxime nobis probandi videntur; adeoque in Venere & Mercurio recentiſſimorum adhibitis obſervationibus, quibus in Sole ipſo hi Planetæ apparuerunt²¹).]

ANNO 1682. Januarii 1^{mo}.²²)

(p. 447).

<i>Aphelia</i>	<i>Nodi aſcendentes</i>	<i>Inclinationes</i>	<i>Semid. orbium Planetarum</i>	<i>Excentricitates in iſſilem partibus</i>
<i>Gr. / "</i>	<i>Gr. / "</i>	<i>Gr. / "</i>		
<i>Mercurii</i> 15:11:19 †	14:29:47 8	6:54:0	38806	8149
<i>Veneris</i> 2:59:44 ≈	13:54:52 II	3:22:0	72400	500
<i>Martis</i> ²³) 0:30:17 nr	17:38:12 8	1:50:30	152250	14115
<i>Telluris</i> ²³) 7:7:20 δ			100000	1800
<i>Jovis</i> 7:55:43 =	5:30:42 ∅	1:19:20	519650	25058
<i>Saturni</i> ²⁴) 26:39:46 †	21:36:26 ∅	2:32:0	951000	54207
<i>Diam. annuli Saturni ad diamet. Solis</i>		<i>ut 11 ad 37</i> ²⁵)		
<i>Diam. annuli</i>	<i>ad diamet. globi Saturn. ut 9 ad 4</i>			
<i>Diam. Jovis</i>	<i>ad diamet. Solis ut 2 ad 11</i>			
<i>Diam. Martis</i>	<i>ad diamet. Solis ut 1 ad 166</i>			

Rapport du diamètre de la Terre à celui du Soleil.	1 : 110
„ „ „ „ Vénus „ „ „ „	1 : 84
„ „ „ „ Mercure „ „ „ „	1 : 308 ²⁶⁾

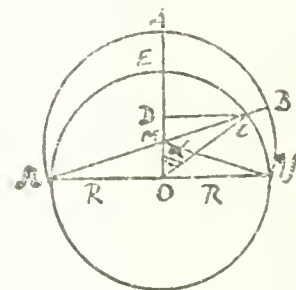
Pour qu'on puisse aussi connaître les latitudes apparentes des planètes nous avons décrit de part et d'autre sur la ligne droite qui joint les noeuds opposés des arcs de circonférence de cercle, l'un en dehors de la partie septentrionale de l'orbite, l'autre en dedans de la partie méridionale, lesquels ont chacun à la partie nommée correspondante, là où la distance est la plus grande, une distance égale à celle qu'en ces endroits l'orbite elle-même devrait avoir de l'écliptique, étant située soit au dessus soit au dessous de son plan; nous avons marqué en ces endroits les angles d'inclinaison. Mais lorsque la planète se trouve en un point quelconque de la projection de son orbite, et qu'on prend la plus courte distance de ce point à l'arc adjoint, celle-ci indiquera avec une grande approximation la distance de la véritable orbite de la planète au plan de l'écliptique²⁷⁾, et en comparant cette distance avec celle de la planète à la

²⁶⁾ La valeur 1 : 308 s'accorde à peu près avec celle du rapport du diamètre de Mercure à celui du soleil qu'on trouvera plus loin (p. 697) dans le „Cosmotheoros”. C'est pourquoi nous croyons pouvoir renvoyer le lecteur à ce dernier endroit (note 19).

²⁷⁾ Soit R le rayon de l'orbite de la planète et β l'angle de son plan POp avec celui de l'écliptique (QOq). Donc $\angle POQ = \beta$, PQ , perpendiculaire au plan QOq , étant la plus grande distance de la planète P à ce plan. $PQ = R \sin \beta$. Lorsque la planète se trouve en p , l'angle POp étant désigné par α , on aura pour sa distance au plan QOq $pq = R \sin \beta \cos \alpha$, puisque $pq : PQ = R \cos \alpha : R$. Dans la deuxième figure il faut donc, d'après Huygens, pour la partie septentrionale de l'orbite, prendre un arc de cercle — l'arc adjoint — qui passe par les points Ω , \mathcal{V} et Λ , où $\mathcal{V}E$ et $E\mathcal{V}$ sont des quarts de circonférence et où $AE = R \sin \beta$. La figure est tracée dans le plan de l'écliptique et la projection $\mathcal{O}B E \mathcal{V}$ de l'orbite de la planète sur ce plan y est, elle aussi, considérée comme une circonférence de cercle. La projec-



tion de l'angle α est donc considérée comme étant elle aussi égale à α . Soit M le centre de l'arc adjoint. Soit $\angle EOC = \alpha$, la planète (ou plutôt sa projection) se trouvant en C . MCB étant une droite, CB est la plus courte distance de la planète à l'arc adjoint. Huygens dit qu'on a approximativement $CB = R \sin \beta \cos \alpha$. En effet, puisque $MA = M\mathcal{V}$, la distance MO ou x se tire de l'équation $R(1 + \sin \beta) - x = \sqrt{R^2 + x^2}$, ce qui donne, en négligeant les puissances de $\sin \beta$ supérieures à la première, $x = R \sin \beta$, de sorte qu'on a approximativement $MA = R$. Il faut démontrer que $MC + R \sin \beta \cos \alpha$ a aussi approximativement la valeur R . Or $MC^2 = MD^2 + DC^2 = (R \cos \alpha - x)^2 + R^2 \sin^2 \alpha = R^2 - 2Rx \cos \alpha + x^2$. Négligeant ici aussi les puissances de $\sin \beta$ supérieures à la première, on obtient $MC = R - R \sin \beta \cos \alpha$. C, Q, F, D .



<i>Diam. Terræ</i>	<i>ad diametr. Solis</i>	<i>ut</i>	<i>1 ad</i>	110
<i>Diam. Veneris</i>	<i>ad diametr. Solis</i>	<i>ut</i>	<i>1 ad</i>	84
<i>Diam. Mercurii</i> ²⁶⁾	<i>ad diametr. Solis</i>	<i>ut</i>	<i>1 ad</i>	508

Porro ut apparentes Planetarum latitudines cognoscere liceat super linea recta nodos oppositos jungente arcus circumferentiæ circularis utrinque descripsimus, alterum extra orbitæ portionem boream, alterum intra portionem australem, tanto intervallo ab ipsis portionibus, ubi maxime absunt, recedentes, quanto orbita ipsa supra atque infra planum Eclipticæ iis ipsis in locis extare deberet: atque ibidem angulos inclinationis adscripsimus. In quocunque vero orbitæ suæ reductæ puncto Planeta reperietur, si ab eo puncto ad adscriptum arcum minima distantia accipiat, ea quam proxime intervallum indicabit, quo ab Eclipticæ plano illic vera Planetæ orbita recedit²⁷⁾, quod intervallum cum distantia Planetæ a Tellure comparando, ipse quoque latitudinis angulus ex (p. 44²⁸⁾ triangulorum doctrina facile investigabitur²⁸⁾; atque hæc de exteriori Automati forma deque usu ejus dixisse sufficiat: Nunc ad interiorem fabricam pergamus.

terre, l'angle de la latitude pourra facilement être calculé par voie trigonométrique²⁸⁾. Qu'il fût dit ce qui précède sur la forme extérieure de l'automate et sur son usage. Occupons-nous maintenant de l'agencement intérieur.

Les nombres des dents des roues ont été trouvés de la manière suivante. Nous avons comparé entr'eux le mouvement moyen annuel, ou de 365 jours, de chaque planète sous l'écliptique²⁹⁾ avec le mouvement moyen annuel de la terre, tels que l'un et l'autre sont consignés dans les tables astronomiques, en réduisant les mouvements dans les arcs entiers en tierces ou soixantièmes parties de secondes. Comme les nombres ainsi obtenus ont entr'eux la même proportion que les arcs des circonférences de cercle décrits simultanément dans leurs orbites par la planète considérée et par la terre, il s'ensuit que les périodes de l'une et de l'autre sont exprimées par le contraire du même rapport, lequel doit donc aussi, à moins que l'on ne prenne le même rapport exprimé par des nombres plus petits, être celui des dents des roues, favoir d'une part la roue planétaire, d'autre part la roue montée sur le grand axe laquelle engrène avec elle. En effet, par chaque révolution de l'axe la Terre parcourt son orbite entière, puisque nous donnons des nombres de dents égaux à la roue qui porte la Terre et à celle de l'axe qui lui correspond, p.e. 60 ou tel autre nombre qui leur convient.

Toute la question se réduit donc à ceci: étant donnés deux grands nombres ayant entr'eux un certain rapport, en trouver d'autres plus petits pour les dents des roues qui ne soient pas incommodes par leurs grandeurs et qui aient entr'eux à peu près le même rapport, de telle façon qu'aucun couple de nombres plus petits ne fournisse un rapport plus approchant de la vraie valeur. Mais nous rendrons la chose plus claire par un exemple. Supposons donc qu'il faille trouver les dents de la roue de Saturne et celles de la roue plus petite, indiquée par la lettre K dans la Fig. 144, qui la meut et est elle-même montée sur l'axe.

Le mouvement annuel de Saturne — je me base tant ici qu'ailleurs sur les plus récentes Tables de Riccioli — est dit avoir la valeur $12^{\circ}13'34''18'''^{30)}$. Celui de la Terre, que Riccioli appelle celui du Soleil, est de $359^{\circ}45'40''31'''^{31)}$. Réduisant l'une

²⁸⁾ D'après ce qui précède l'angle de la latitude sera le produit de l'angle d'inclinaison par $\cos \alpha$, ou, si l'on veut, ce sera l'angle dont la tangente trigonométrique (en considérant celle-ci, à la façon moderne, comme un rapport de deux longueurs) est exprimée par $\frac{CB}{R}$.

²⁹⁾ Comparez la p. 167 qui précède.

³⁰⁾ Comparez sur l'endroit de Riccioli où l'on trouve cette valeur la note 9 de la p. 179 qui précède.

³¹⁾ „Astronomia reformata” Lib. I, cap. IV „De quantitate anni æquinoctialis motuque diurno et annuo solis”. Le „motus annuus” du soleil est suivant Riccioli $359^{\circ}45'40''30'''56^{IV}5^{V}1^{VI}$. Le mouvement annuel de Saturne (note précédente) y est donné avec la même exactitude. Il s'agit de mouvements accomplis en 365 jours. Comparez la p. 179 qui précède.

Dentium in rotis numerus hoc modo a nobis inventus fuit; Motum Medium cuiusque sub Ecliptica²⁹) Planetæ annuum seu dierum 365 ad Telluris Medium annuum motum, quales in Tabulis Astronomicis exhibentur, comparavimus; reduētis ad tertios scrupulos arcibus eorum motuum integris. Numeri hinc orti, cum eam inter se proportionem habeant, quam arcus circularum eodem tempore a Planeta, atque a Tellure in orbitis suis emensi, sequitur tempora utriusque Periodica ejusdem rationis contrariam continere; quam itaque, vel similem minoribus numeris expressam, etiam dentium numeri habere debent, quibus nempe rota tum Planetaria, tum altera ipsi congruens, atque axi magno imposita incidantur; singulis enim axis hujus conversionibus Tellus integram orbitam suam percurrit; quoniam æqualem dentium numerum rotæ Tellurem ferenti, itemque ei, quæ in axe magno respondet, attribuimus, sexagenarium puta, vel alium pro lubitu, qui commode in rotas inducatur.

Huc itaque res tota recidit ut datis numeris duobus magnis certam inter se rationem habentibus, alii minores inveniantur rotarum dentibus multitudine sua non incommodi, quique eandem proxime rationem ita exhibeant, ut nulli ipsis minores propius. Sed exemplo rem totam melius exponemus; Sunt igitur inveniendi dentes in rota Saturni, inque minore illam movente, quæ axi magno est imposita, quam indicabat superius litera κ.

Annuus Saturni motus (sequor autem tum in hoc tum in cæteris Riccioli recentissimas Tabulas) prodijtus est gr. 12, 13', 34", 18'''³⁰). Annuus Telluris, quem ille Solis (p. 449). vocat, gr. 359°, 45', 40", 31'''³¹). Reductis igitur omnibus ad scrupula tertia, fit propor-

et l'autre à des tierces, on obtient le rapport 2640858 : 77708431 ³²⁾. Par conséquent, comme le dernier nombre est au premier, ainsi est la période de Saturne au temps dans lequel la Terre accomplit sa révolution autour du Soleil; partant le nombre des dents de la roue de Saturne doit avoir, avec la meilleure approximation pratiquement possible, ce même rapport au nombre des dents de la roue motrice. Pour trouver donc des nombres plus petits qui expriment approximativement ce rapport, je divise le plus grand nombre par le plus petit, puis le plus petit par le reste de la première division et ensuite ce reste par le nouveau reste. Continuant ainsi je trouve que la première division donne

$$29 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{5} + \frac{1}{5} + \frac{1}{5} + \frac{1}{4} \text{ etc. } ^{33})$$

c. à. d. un nombre plus une fraction à numérateur 1 dont le dénominateur possède de nouveau une fraction adjointe à numérateur 1 et dont le dénominateur est composé de la même manière; et ainsi de suite. Poursuivant ce calcul aussi longtemps que possible, on parvient enfin par la division à un reste 1.

Or, lorsqu'on néglige à partir d'une fraction quelconque les derniers termes de la série, p. e. ici la fraction $\frac{1}{5}$ ³³⁾ et celles qui la suivent, et qu'on réduit les autres plus le nombre entier à un commun dénominateur, le rapport de ce dernier au numérateur, fera voisin de celui du plus petit nombre donné au plus grand; et la différence sera si faible qu'il serait impossible d'obtenir un meilleur accord avec des nombres plus petits. Le mode de la réduction est aisé; en effet, les dernières fractions, par lesquelles nous commençons, favoir $\frac{1}{2} + \frac{1}{5}$

³²⁾ C'est le rapport qu'on trouve aussi à la p. 103 du Manuscrit F. Voyez la l. 12 de la p. 179 et la l. 10 de la p. 180 qui précèdent.

³³⁾ Cette fraction continue correspond exactement au quotient 77708431 : 2640858. Les éditeurs de 1703 ont donc à bon droit corrigé en ce sens la fraction du manuscrit

$29 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{6} + \frac{1}{5}$ Etc. Nous observons encore à ce sujet qu'à la p. 94 du Manuscrit F — il a été question de ce calcul à notre p. 179 qui précède — Huygens avait trouvé pour Saturne 3095277 : 105190 ou $29 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{6} + \frac{1}{9}$ et plus tard (note 9 de la p. 179) autre chose encore.

tio 2640858 ad 7770843³²). Itaque quam rationem habet posterior horum numerus ad priorem, eam habet Saturni tempus Periodicum ad tempus, quo circa Solem Tellus convertitur, ac proinde & rotæ Saturniæ dentium numerus ad suæ motricis rotæ dentes hanc rationem quam proxime servare debet. Inveniendis igitur numeris minoribus qui proxime rationem istam exprimunt; divido majorem per minorem, & rursus minorem per eum qui a divisione relinquitur, & hunc rursus per ultimum residuum, atque ita porro continenter perpendo invenio quod fit ex primâ divisione

$$29 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{1} + \frac{1}{5} + \frac{1}{1} + \frac{1}{4} \text{ \&c}^{33})$$

nempe numerum cum adjuncta fractione, cujus fractionis numerator est unitas, denominator vero rursus fractionem adjunctam habet, cujus numerator unitas, denominator similiter ac præcedens componitur; idque ita consequenter; qua via, si, quo usque potest, continetur, eo devenitur, ut a divisione tandem unitas supersit.

Jam ab hac fractionum serie posteriores aliquousque præcidendo, velut hic $\frac{1}{5}$ ³³) cum cæteris deinceps sequentibus, reliquasque cum numero ipsas præcedente reducendo ad communem denominatorem, erit hujus ad numeratorem ratio propinqua ei, quam datorum numerorum minor habet ad majorem; adeo quidem ut minoribus numeris propius ad eam accedere non liceat. | Reductionis modus facilis est; nempe (p. 450.) posteriores, unde hic incipimus fractiones, $\frac{1}{2} + \frac{1}{1}$, tantundem valent ac $\frac{1}{3}$, unde ad

valent $\frac{1}{3}$; passant à celle qui précède immédiatement et réduisant, $\frac{1}{2} + \frac{1}{3}$ donne $\frac{5}{6}$; prenant ensuite avec la fraction le nombre entier et réduisant de nouveau, $29 + \frac{5}{6}$ donne $\frac{206}{7}$. Par conséquent le rapport $7 : 206$ est voisin de $2640858 : 77708431$. C'est pour quoi nous avons donné 206 dents à la roue de Saturne et 7 à la roue motrice. Quant à la thèse qu'il est impossible de trouver des nombres plus petits exprimant le rapport proposé avec une plus grande approximation, nous la démontrerons comme suit. Il est d'abord certain, d'après la Prop. 1 du Livre 7 d'Euclide ³⁴), que les nombres résultant d'une réduction de cette espèce sont premiers entr'eux. En effet, notre division continue n'est autre chose que cette soustraction euclidienne, et en l'appliquant à nos nombres 206 et 7 obtenus par la réduction, il est clair qu'on aboutit enfin au reste 1, puisque le numérateur de toutes les fractions est l'unité. Supposé que deux autres nombres fournissent une meilleure approximation au rapport des grands nombres, il est nécessaire, lorsqu'on effectue la division continue du plus grand par le plus petit jusqu'à ce qu'il reste 1, qu'ils donnent le quotient 29 avec les mêmes fractions adjointes que plus haut, mais continuées outre le terme d'où nous étions partis dans notre réduction qui nous faisait trouver les nombres 7 et 206. En effet, il est impossible de s'approcher davantage d'une autre manière du quotient de la première division lequel comporte toutes les dites fractions jusqu'au bout de la série. Il serait donc nécessaire, vu que la division continue de 206 par 7 donne

$$29 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{1},$$

que par les divisions du même genre correspondant aux nombres plus approchés, une fraction au moins fût ajoutée à celles-ci, soit $\frac{1}{3}$ soit une autre, pour pouvoir se rapprocher du quotient universel mieux qu'en s'arrêtant à $\frac{1}{3}$. Mais il résulte manifestement de cette conclusion que les nombres deviennent plus grands par cette réduction que lorsqu'on part d'une fraction antérieure, puisque par l'adjonction de chaque fraction réduite on obtient une fraction composée de nombres premiers entr'eux et qui par conséquent ne peut être réduite à d'autres plus petits, ce qui deviendra évident pour celui qui examine la chose en ayant égard au théorème suivant aisément démontrable : étant donnés deux nombres premiers entre eux, chacun d'eux est premier à la somme de lui-même ou d'un multiple de lui-même et de l'autre nombre. En effet, s'il n'en était pas ainsi, le nombre considéré mesurerait le nombre composé ; or, il en mesure

³⁴) Datis duobus numeris inaequalibus et minore semper per vicissim a maiore subtracto, si reliquus nunquam proxime antecedentem metitur, donec relinquatur unitas, numeri ab initio dati primi erunt inter se (traduction de Heiberg, édition de 1884, des *Eléments d'Euclide*).

proxime præcedentem pergendo ac reducendo $\frac{1}{2} + \frac{1}{3}$, faciunt $\frac{5}{6}$; denique & numerum integrum includendo ac reducendo $29 + \frac{5}{6}$, fiunt $29\frac{5}{6}$. Itaque numeri 7 ad 206 propinqua ratio est rationis 2640858 ad 77708431. Eoque rotæ Saturniæ dentes 206 dedimus, ipsam vero moventi dentes 7. Quod autem minores numeri non inveniuntur, qui propius rationem propositam exprimant, ita ostendemus. Principio certum est numeros huiusmodi reductione factos, esse inter se primos, ex Prop. 1. l. 7. Elem.³⁴) quia nihil aliud est divisio nostra continua quam subtractio illa Euclidea, quæ si numeris nostris 206 & 7, reductione effectis adhibeatur, planum est unitatem tandem relinqui, quia fractionum istarum omnium numerator est unitas. Quod si jam duo quivis alii numeri propius ad proportionem magnorum accedunt, eos necesse est, facta continua divisione majoris per minorem, donec unitas superfit, quotientem efficere 29, cum fractionibus iisdem, quæ supra, continue adjectis, atque ulterius continuatis quam unde reductionem incepimus, cum inveniremus numeros 7 & 206. alioqui enim ad primæ divisionis quotientem qui dictas fractiones omnes quousque possunt continuatas adjectas habet propius accedi nequit. Sic quoniam continua divisione 206 per 7, invenitur

$$29 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{4}$$

necesse esset divisione simili numerorum propiorum unam saltem insuper fractionem istis adjici, vel $\frac{1}{3}$ vel aliam qua propius ad quotientem universalem perveniat,ur, quam (p. 451). si ad $\frac{1}{4}$ subsistamus. Hinc vero facta reductione, manifestum est, numeros majores effici, quam si a ceteriori fractione ceptum fuisset, quandoquidem acceffione cujusque fractionis reductæ efficitur fractio constans numeris inter se primis, quæque propterea ad minores reduci nequit; quod examinanti manifestum fiet si ad sequens theorema attenderit demonstratu facillimum: nempe Propositis duobis numeris inter se primis, eorum alteruter ad se ipsum vel sui multiplicem altero numerorum auctum primus erit. Si enim non, ergo ita compositum metietur, sed & partem metitur, hoc est, se ipsum, vel

aussi une partie, c. à. d. foi-même ou son multiple; il mesurera donc aussi le reste; ce qui est absurde, puisque les nombres étaient par hypothèse premiers entre eux. Les nombres plus rapprochés du rapport proposé ne seront donc pas plus petits mais au contraire plus grands que les nombres trouvés 206 et 7.

On conçoit en outre facilement que la réduction des fractions commence toujours plus utilement d'une d'elles qui est suivie par une fraction possédant un dénominateur assez grand par rapport à ceux des fractions environnantes; c'est ainsi que dans l'exemple proposé nous avons commencé la réduction là où suivait la fraction $\frac{1}{5}$.

Or, l'utilité de cette méthode s'étend à beaucoup d'autres cas où il s'agit de remplacer un rapport numérique donné par un autre composé de nombres plus petits. P. e. celui où le rapport de la circonférence du cercle à son diamètre est donné en un grand nombre de chiffres exacts, mettons 31415926535 à 10000000000. Ici la division donne

$$3 + \frac{1}{7} + \frac{1}{15} + \frac{1}{1} + \frac{1}{292} + \frac{1}{1} + \frac{1}{135})$$

et en commençant la réduction en partant de la fraction $\frac{1}{5}$ on obtient la proportion d'Archimède 22 à 7; mais en commençant par $\frac{1}{1}$ il en résulte celle beaucoup plus approchée qu'Adr. Metius a fait connaître, savoir 355:113, en effet, comme 113 est à 355, ainsi est 10000000 à 31415929 etc. De la même manière on peut trouver d'autres rapports plus approchant de la vraie valeur, mais celui de Metius est d'un excellent usage et fort exact eu égard à la petitesse des nombres. Ceci à cause de l'exiguité de la fraction $\frac{1}{292}$ qui suit celle par où l'on a commencé la réduction. C'est là une particularité qu'on ne rencontre pas facilement en faisant des essais avec d'autres nombres.

Il faut savoir en outre que par notre réduction on trouve tour-à-tour un terme plus grand et un terme plus petit que le véritable; le terme est plus grand lorsque la réduction a été commencée par la première, la troisième ou la cinquième fraction ou plus généralement par une fraction d'ordre impair. P. e. lorsque dans le cas précédent nous commençons la réduction en partant de la troisième fraction $\frac{1}{1}$, la proportion trouvée de la circonférence au diamètre 355:113 devenait plus grande que la vraie valeur. Mais si j'avais commencé par la deuxième fraction, il en serait résulté le rapport 333:106 inférieur à la vraie valeur. Commencant par la première fraction, savoir $\frac{1}{5}$, on trouve de nouveau un rapport, celui d'Archimède, 22:7, supérieur à la véritable

35) Nous avons déjà publié cette fraction continue à la p. 394 du T. XX.

fui multiplicem; ergo & reliquum metietur; quod absurdum, quandoquidem numeri inter se primi ponebantur. Itaque propiores numeri proportioni propolitæ, non minores, sed majores erunt inventis 206 & 7.

Porro facile intelligitur reductionem fractionum ab ea utilius semper incipi, quam proxime insequens fractio majorem denominatorem habebit vicinarum comparatione; sicut & antecedenti exemplo inde reductionem incepimus, ubi $\frac{1}{5}$ sequebatur.

Utilitas vero methodi ad alia multa porrigitur, ubi proportio quæpiam numeris comprehensa ad proxime æqualem aliis minoribus numeris est redigenda. Velut cum peripheriæ circuli ad diametrum ratio ad notas veras plures datur, nempe quæ 31415926535 ad 10000000000. Hic facta divisione fit,

$$3 + \frac{1}{7} + \frac{1}{15} + \frac{1}{1} + \frac{1}{292} + \frac{1}{1} + \frac{1}{135})$$

ubi si reductionem inchoaremus a fractione $\frac{1}{7}$ fit proportio Archimedeæ 22 ad 7, si vero ab $\frac{1}{15}$ fit alia multo propinquior quam Adr. Metius prodidit 355 ad 113; sicut enim | 113 (p. 452). ad 355 ita 10000000 ad 31415929 &c. Eodem modo hic alias ad verum propius accedentes rationes invenire licet; sed hæc Metiana, cum ad usum habilis est, tum pro numerorum parvitate eximia, ob exiguam particulam $\frac{1}{292}$ citra quam reductio cœpta est; Cujusmodi non facile similis reperitur ultiores numeros tentanti. Sciendum vero, reductione hac nostra majorem proportionis terminum alternis majorem minoremve vero reperiri, prout a prima, tertia, quinta aut alia deinceps impari fractione reductio inchoata fuerit. Ita cum a tertia fractione, quæ est $\frac{1}{15}$ reductionem præcedentem incepimus, fit proportio circumferentiæ ad diametrum, ut 355 ad 113 major verâ; at si a secunda quæ est $\frac{1}{7}$ incepissem, extitisset inde proportio 333 ad 106 minor verâ; rursus si a prima quæ est $\frac{1}{7}$ initium fiat oritur proportio Archimedeæ 22 ad 7 major

proportion; j'appelle ici véritable celle qui s'exprime par les grands nombres donnés, laquelle nous avons prise comme représentant vraiment le rapport de la circonférence au diamètre. La démonstration de cette propriété repose sur ce fondement fort connu que toute fraction devient plus petite par l'augmentation du dénominateur et plus grande par sa diminution.

En effet, soit A le nombre résultant de la première division et qu'il y ait ensuite un nombre quelconque de fractions descendantes B, C, D, E, F, au dénominateur de la dernière desquelles soit jointe une fraction Z obtenue par la réduction de toutes les fractions ultérieures. Comme la fraction indiquée par F est par conséquent plus grande que la vraie fraction, puisqu'elle possède un dénominateur inférieur au vrai dénominateur qui serait $1 + Z$, il résulte de l'augmentation du dénominateur de la fraction E par la fraction F une fraction réduite, provenant de E et de F, plus petite que la vraie fraction; partant en augmentant ensuite le dénominateur de la fraction D, il résultera de la réduction de celle-ci une fraction provenant de D, E et F qui sera plus grande que la vraie valeur; et en augmentant enfin le dénominateur de la fraction C par cette dernière, une fraction sera produite, provenant de C, D, E et F, qui sera plus petite que la fraction véritable.

Puisque les fractions obtenues par la réduction de celles qui forment la série ascendante sont donc nécessairement alternativement plus grandes et plus petites que les fractions véritables, et que la plus basse, par laquelle on commence, est toujours trop grande, il appert facilement que si celle-ci occupe un lieu impair, la fraction résultant de la réduction de toutes les fractions sera également trop grande et que par conséquent elle donnera, étant ajoutée au nombre A, un rapport supérieur au rapport véritable. Mais si celle par laquelle on commence est d'ordre pair, il est clair que de la réduction de toutes les fractions il en résultera une qui sera inférieure à la fraction véritable et que par conséquent elle fournira, lorsqu'on l'ajoute au nombre A, un rapport inférieur au rapport véritable. La vérité de la proposition est dès lors manifeste. Il faut savoir en outre que si l'on désire avoir la série consécutive de tous les termes approchant de la proportion donnée, il faut faire la réduction d'abord pour toutes les fractions d'ordre impair, ensuite pour toutes celles d'ordre pair, et cela en prenant successivement dans le cas de toutes les fractions à dénominateurs supérieurs à 1 des dénominateurs variant de 1 jusqu'au vrai dénominateur et en effectuant la réduction pour chacune des fractions ainsi obtenues. En agissant ainsi pour les fractions d'ordre impair, on obtiendra en bon ordre tous les termes supérieurs à la vraie valeur; dans le cas des fractions d'ordre pair on trouvera, également en bon ordre, tous les termes inférieurs à la valeur véritable. C'est ainsi que dans l'exemple proposé plus haut il faut à la première fraction substituer successivement $\frac{1}{1}, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{1}{6}, \frac{1}{7}$; la réduction donnera alors les rapports tous supérieurs au vrai rapport $4 : 1, 7 : 2, 10 : 3, 13 : 4, 16 : 5, 19 : 6, 22 : 7$. Commencant ensuite par la troisième fraction D, le prochain rapport supérieur trouvé sera $355 : 113$. Et en commençant par la cinquième

vera; veram autem proportionem hic appello, quæ iis, qui adsumti sunt, magnis numeris exprimitur, quam nimirum pro ipsa proportionē circumferentiæ ad diametrum accepimus. Horum vero demonstratio hoc fundamento nititur notissimo, Fractionem quamcunque, aucto denominatore, fieri minorem; imminuto, majorem.

Sit enim numerus ex prima divisione ortus A, fractionibus vero deinceps descenditibus quotlibet BCDEF & ad infimæ F denominatorem adjecta intelligatur fractio quæ ex omnibus ulterioribus fractionibus reductis conficeretur, quæ dicatur Z. Cum itaque fractio, cui superscriptum F, sit major vera, quia denominatorem habet minorem vero denominatore, qui esset $1 + Z$, hinc augendo denominatorem fractionis E fractione F, fiet reducta fractio ex fractionibus E, F, minor vera, ideoque rursus augendo denominatorem fractionis D, ista fractione reducta, fiet fractio ex DEF reductis major vera, (p. 453).

$$\begin{array}{ccccccc} A & B & C & D & E & F \\ 3 + \frac{1}{7} + \frac{1}{15} + \frac{1}{1} + \frac{1}{2 \cdot 2 \cdot 2} + \frac{1}{1} \end{array}$$

ac proinde rursus augendo denominatorem fractionis C ista ultima, fiet fractio, ex CDEF fractionibus reductis, minor vera.

Cumque ita necessario fractiones ex reductione fractionum sursum tendendo effectæ, alternatim nunc majores, nunc minores evadant Veris, sitque infima, unde initium sit, semper vera major; facile apparet, si hæc sedem imparem obtineat, etiam ex omnium fractionum reductione effectam vera majorem fore, ideoque numero A additam, daturam terminum proportionis majorem vero. Si vero illa, unde initium sit, sedem parem obtineat, tum ex reductione omnium exsisturam vera minorem, ac proinde numero A additam, daturam terminum proportionis vero minorem. Quare patet propositi veritas. Sciendum porro, si omnes ordine terminos proximis datæ proportioni desideremus, tunc & ab omnibus fractionibus imparium sedium, & rursus ab omnibus sedium parium faciendam reductionem, idque ita, ut pro singularum fractionum denominatore, qui unitate major erit, ponantur seorsim denominatores omnes ab unitate ad illum usque, & cum iis singulis reductio inchoetur perficiaturque. Hoc enim si fiat in fractionibus sede impari locatis, omnes termini veris majores ordine existent; si verò fiat in fractionibus sedium parium, habebuntur ordine omnes termini veris minores. Ita in proposito exemplo si pro fractione prima $\frac{1}{7}$ ponantur sigillatim*) $\frac{1}{1}, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{1}{6}, \frac{1}{7}$, facta hinc reductione existent proportiones vera majores: 4 ad 1, 7 ad 2, 10 ad 3, 13 ad 4, 16 ad 5, 19 ad 6, 22 ad 7. deinde a fractione tertia D incipiendo fiet | proxima ratio (p. 454). major 355 ad 113. Et ab quinta F incipiendo fiet proxima ratio major 104348 ad

*) Les éditeurs de 1703 avaient corrigé en „singulatim” le mot „sigillatim” de Huygens. Nous avons rétabli ce mot peu correct, mais dont on se servait assez généralement tant aux jours de Huygens qu’avant et après lui: voyez sur ce sujet notre remarque dans les Additions et Corrections du T. XVII, p. 549.

F, le prochain rapport supérieur fera 104348:33215. Lorsque d'autre part à la deuxième fraction $\frac{1}{15}$ on substitue toutes les 15 fractions $\frac{1}{1}, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}$ etc. et de même à la quatrième $\frac{1}{2 \cdot 9 \cdot 2}$ toutes les fractions depuis l'unité $\frac{1}{1}, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}$ jusqu'à $\frac{1}{2 \cdot 9 \cdot 2}$, on obtiendra en bon ordre après réduction de chacune d'elles des rapports inférieurs à la vraie valeur, ceux bien entendu qui se peuvent avoir à l'aide de la fraction E. Si nous voulons enfin construire une série mixte continue, savoir une série contenant tant des termes supérieurs que des termes inférieurs à la vraie valeur, dont chacun soit plus approchant que le terme précédent, il faut s'en tenir à la règle suivante: dans chaque fraction à dénominateur supérieur à 1 il faut substituer successivement, non pas comme tantôt, tous les dénominateurs plus petits depuis l'unité, mais seulement tous les dénominateurs depuis le plus petit nombre qui surpasse la moitié du vrai dénominateur ³⁶).

³⁶) Soit $n + \frac{1}{q + \frac{1}{a}}$ (où a représente une fraction) la véritable valeur de la fraction continue,

ce qui peut s'écrire $n + \frac{q + a}{p(q + a) + 1}$. En ne prenant que n l'erreur est donc $\frac{q + a}{p(q + a) + 1}$.

En prenant seulement $n + \frac{1}{p}$ l'erreur, de signe contraire à l'erreur précédente, sera

$\frac{1}{p} - \frac{q + a}{p(q + a) + 1}$. Celle-ci surpassera l'erreur précédente en valeur absolue lorsque

$p - 2P > \frac{1}{q + a}$, c. à. d., puisqu'il ne s'agit que de nombres entiers, lorsque $p - 2P > 0$, autrement dit lorsque $P < \frac{1}{2}p$. Pour que la deuxième erreur soit moindre que la précédente, il faut donc prendre successivement pour P seulement tous les nombres entiers supérieurs à $\frac{1}{2}p$, comme

le dit Huygens. En appliquant le même raisonnement à la partie $p + \frac{1}{q + \frac{1}{r + \frac{1}{b}}}$ de la fraction

donnée, on constatera qu'il en est de même pour le nombre q . Etc.

C'est à ce sujet que se rapporte la remarque suivante de Huygens de la p. 257 du Manuscrit F datant de 1687:

$3 + \frac{1}{7} + \frac{1}{15} + \frac{1}{1} + \frac{1}{2 \cdot 9 \cdot 2} + \frac{1}{1}$ Ille denominator A 1 minus a vero denominatore deficit quam $\frac{1}{2 \cdot 9 \cdot 2}$, quando quidem hujus fractionis denominator A B C aliqua quantitate augendus est, quo ipsa fractio minor evaderet. Quod si itaque dicto denominatori A 1 addam $\frac{1}{2 \cdot 9 \cdot 2}$, jam excedam verum denominatorem amplius quam ipse denominator A 1 deficiebat. Ergo posito $\frac{1}{2 \cdot 9 \cdot 2}$ seu $\frac{1}{144}$ pro $\frac{1}{2 \cdot 9 \cdot 2}$, factaque inde reductione fiet proportio circumferentiae ad diametrum minus propinqua verae quam si reductio incipiat a praecedente proximè $\frac{1}{1}$. Rursus idem denominator A 1 magis deficit a vero quam $\frac{1}{2 \cdot 9 \cdot 2}$, quia addendo $\frac{1}{2 \cdot 9 \cdot 2}$, additur minus debito, siquidem addendum esset

33215. Rurfus si pro fractione secunda $\frac{1}{13}$ ponantur sigillatim *) 15 fractiones $\frac{1}{1}, \frac{1}{2}, \frac{1}{3},$ &c. Item pro quarta $\frac{1}{92}$ ponantur omnes ab unitate, $\frac{1}{1}, \frac{1}{2}, \frac{1}{3},$ usque ad $\frac{1}{92}$; factis reductionibus habebuntur ordine proportionibus veris minores, quæ quidem ad fractionem E procedendo dari possint. Quod si denique seriem continuam mixtam terminorum tam majorem quam minorem vera proportionem exhibentium velimus, quorum quique præcedentibus ad veram propius accedant, tunc hoc observandum, ut in fractionibus quibuscumque, quarum denominator unitate major erit, ponantur, non ut modo factum omnes deinceps minores denominatores ab unitate, sed ab ea incipiendo quæ dimidio illius denominatoris proxime major erit ³⁶).

$\frac{1}{292} + \frac{1}{1} +$ &c quod majus est quam $\frac{1}{293}$. Itaque omnino magis distat denominator A 1 a vero quam per $\frac{1}{294}$. Quare si denominatori A 1 addam $\frac{2}{294}$ sive $\frac{1}{147}$ jam minus excedam verum denominatorem quam denominator A 1 a vero deficiebat. Ergo si pro fractione $\frac{1}{292}$ ponatur $\frac{1}{147}$, atque hinc fiat reductio, existet proportio circumferentiæ ad diametrum propinquior veræ, quam si incepta fuisset reductio a præcedenti $\frac{1}{1}$.

*) Les éditeurs de 1703 avaient corrigé en „singulatim” le mot „sigillatim” de Huygens. Nous avons rétabli ce mot peu correct, mais dont on se servait assez généralement tant aux jours de Huygens qu’avant et après lui: voyez sur ce sujet notre remarque dans les Additions et Corrections du T. XVII. p. 549.

Nous servant de cette méthode aussi pour les autres planètes, nous avons donné 166 dents à la roue de Jupiter, 14 dents à sa roue motrice ³⁷⁾; 158 dents à la roue de Mars, 84 dents à sa roue motrice ³⁸⁾; 32 dents à celle de Vénus, 52 à sa roue motrice, nombres qui sont à peu près entre eux comme 43 : 70 ³⁹⁾. Si nous nous étions servi de ces derniers et que nous avions donné 43 dents à la roue de Vénus, 70 à sa roue motrice montée sur le grand axe, la machine aurait correspondu un peu plus exactement au vrai mouvement de Vénus; en effet, les premiers nombres, ceux dont nous avons fait usage, sont cause pour Vénus d'un retard de 3°3.7' en 20 ans, tandis que les seconds auraient légèrement fait avancer la planète en ces mêmes 20 ans, savoir d'un peu moins de 15' seulement.

C'est aussi à peu près de la même manière qu'ont été trouvées les dents des pignons qui meuvent Mercure: prenant 365 jours, 5 heures, 49' 15" 46''' pour la période de la terre sous l'écliptique ⁴⁰⁾ et 87 jours, 23 heures, 14' 24" pour celle de Mercure sous elle ⁴¹⁾, ou plutôt, pour la facilité du calcul, respectivement 365 jours, 5 heures, 50' et 87 jours, 23 heures, 15' ⁴¹⁾, on trouvera pour le rapport des révolutions de Mercure à celles de la Terre 105190 : 25335 ou 21038 : 5067, par la division desquels nombres, exécutée suivant la méthode susdite, il vient

$$\begin{array}{l} 21038 \\ 5067 \end{array} \left| \begin{array}{l} 4 + \frac{1}{5} + \frac{1}{11} + \frac{1}{11} + \frac{1}{2} + \frac{1}{11} + \frac{1}{11} + \frac{1}{11} + \frac{1}{11} + \frac{1}{11} + \frac{1}{11} + \frac{1}{11} \text{ etc.} \end{array} \right.$$

³⁷⁾ Dans la machine parisienne inachevée Huygens avait pris Jupiter, comme aussi Saturne, „sub fixis” (p. 151 et 167 qui précèdent). Il trouvait alors les nombres de dents 83 et 7 ce qui est évidemment la même chose que 166 et 14. Dans la machine de la Haye Jupiter a été prise „sub ecliptica” comme toutes les autres planètes: l'écliptique y est fixe au lieu d'être mobile. Par conséquent Huygens disait (p. 176): „In Jove et Saturno alij [numeri dentium] fuere inveniendi”. Cependant le calcul de la p. 104 du Manuscrit F (l. 12 de la p. 179 et l. 10 de la p. 180 qui précèdent) donne également 83 et 7 dents. On ne peut donc parler de „numeri alii” qu'en considérant aussi les fractions. Dans la machine parisienne les 83 dents de la roue de Jupiter correspondent à $7\frac{1}{3}\frac{1}{8}\frac{1}{11}$ dents de sa roue motrice, tandis que dans la machine de la Haye, d'après le calcul de la p. 104 du Manuscrit F, 83 dents correspondent à $7\frac{1}{4}\frac{1}{5}\frac{1}{3}$ dents de cette dernière.

³⁸⁾ Voyez sur Mars les p. 151 et 177—179 qui précèdent.

³⁹⁾ Dans la machine parisienne Vénus, comme aussi Mercure, avait déjà été prise „sub ecliptica”; voyez les premières lignes de la p. 150. À la p. 151 Huygens trouvait pour Vénus 13 et 8, ou 26 et 16 dents, ce qui est évidemment la même chose que 52 et 32 dents. Nous ne voyons pas où il a calculé les nombres 70 et 43 dont d'ailleurs il ne s'est pas servi.

⁴⁰⁾ Voyez la note 31 de la p. 626 qui précède.

⁴¹⁾ Comparez la p. 150 qui précède, et voyez aussi la l. 10 de la p. 180. La fraction continue de la p. 150 est la même que celle du présent texte. À la p. 105 du Manuscrit F Huygens trouvait les nombres de dents $847\frac{1}{2}\frac{1}{7}\frac{1}{3}$ et 204.

Hac igitur ratione in cæteris quoque Planetis usi, rotæ Jovis dedimus dentes 166, rotæ vero ipsam moventi dentes 14³⁷), rotæ Martis dentes 158, ipsam vero moventi dentes 84³⁸). Rotæ Veneris dentes 32, ei quæ movet dentes 52; qui numeri sunt inter se ferme, ut 70 ad 43³⁹). Quibus numeris si usi essemus, & Rotæ Veneris dedissemus dentes 43, rotæ vero hanc in axe magno agitant, 70, aliquantulum perfectius vero Veneris motui respondisset Machina. Priores enim numeri, quos adhibuimus, efficiunt, ut Venus post 20 annos a vero loco deficiat gr. 3, 37'. cum posteriores in iisdem 20 annis tantillum ultra verum locum Venerem promoveant, sed excessu 15'. non plene æquante.

Nec multum dissimili ratione inveniuntur dentes rotularum, quæ Mercurium movent. Assumpta enim Periodo telluris sub Ecliptica dierum 365. hor. 5. 49'. 15". 46'''⁴⁰), Mercurii vero sub eadem dierum 87. Hor. 23. | 14', 24", aut facilitatis ergo (p. 455). assumpta illa d. 365. hor. 5. 50' & hac dierum 87. Hor. 23. 15'.⁴¹) invenietur ratio revolutionum Mercurii ad illas Telluris ut 105190 ad 25335, sive 21038 ad 5067; quorum divisione, eo, quo dictum, modo, instituta

$$\begin{array}{l} 21038 \\ 5067 \end{array} \left| \begin{array}{l} 4 + \frac{1}{6} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{7} \text{ \&c.} \end{array} \right.$$

Négligeant la dernière fraction et réduisant les autres à un commun dénominateur on obtient $\frac{847}{204}$, lesquels nombres correspondent aussi exactement que possible à la proportion des mouvements des deux planètes considérées. Mais comme 847 est le produit de 121 par 7 et 204 celui de 12 par 17, nous avons donné 12 dents à la roue annuelle qui se trouve sur l'axe commun, et nous avons fait usage de l'interposition (voyez la Fig. 141) d'un axicule mobile autour de deux points fixes situés l'un sur l'axe passant par le Soleil et l'anneau de Mercure, l'autre sur la colonne dressée sur la plaque fixe de la Terre. Ces points sont si éloignés des orbites de Mercure et de Vénus que les dents des roues de Vénus et de la Terre, passant librement sous l'axicule, n'en éprouvent dans leur mouvement aucune gêne. Le dit axicule porte deux pignons, un à chaque extrémité, dont le premier, qui engrène dans la roue annuelle, a 12 dents, tandis qu'il y en a 7 à l'autre engrenant dans la couronne dentée menant la planète, couronne qui possède, elle, 17 dents. Il est évident par là qu'entre le mouvement de l'axe commun et celui de la roue qui mène Mercure, existe le rapport nommé, celui de 204 à 847.

Pour établir les nombres des dents des rouages qui mènent la Lune⁴²⁾, nous prenons ici aussi pour le même mouvement annuel 365 jours, 5 heures, 50' et pour celui de la Lune 29 jours, 12 heures, 44' 3" ou plutôt 45' pour la facilité du calcul, d'où l'on trouvera pour le rapport des révolutions de la Lune à celles de la Terre 105190 : 8505 ou 21038 : 1701; en divisant comme auparavant il en résulte

$$\begin{array}{l} 21038 \\ 1701 \end{array} \left| \begin{array}{l} 12 + \frac{1}{2} + \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{6} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} \end{array} \right.$$

Prenant $\frac{1}{6}$ comme dernière fraction et réduisant les précédentes au même dénominateur, on obtient les nombres 1546 et 125; mais comme le premier de ces deux n'a pas de parties aliquotes autres que 2 et 773 qui serait un nombre de dents excessif, il sera préférable de prendre, au lieu de $\frac{1}{6}$, la fraction plus petite la plus proche, savoir $\frac{1}{7}$, d'où résultent les nombres 1781 et 144, dont le premier est le produit de 137 par 13 et le deuxième celui de 12 par 12. On verra aisément qu'à ces nombres correspondent les rapports sus-énoncés des dents de la roue majeure et des axicules dentés.

Il est manifeste d'après la méthode de calcul du nombre des dents, tant de celles qui doivent être taillées dans l'axe commun que de celles qu'il faut tailler dans chacune

⁴²⁾ Tout ce qui est dit ici sur la Lune, correspond à la p. 152 qui précède. Il est possible que les mots „Ponendo $\frac{1}{6}$... ex 137 et 13" de la p. 152 aient été ajoutés plus tard. À la p. 106 du Manuscrit F Huygens trouvait une fraction continue différente; la différence ne commence toutefois qu'à la sixième fraction partielle qui à la dite p. 106 est $\frac{1}{17}$ au lieu de $\frac{1}{6}$.

& neglecta ultima fractione reliquis ad communem denominatorem deductis fiet $\frac{847}{204}$, qui numeri proportioni motuum, quibus hi Planetæ moventur, quam proxime respondent. Verum cum 847 fiat ex ductis in se numeris 121, & 7, & 204 ex ductis in se numeris 12 & 17, rotæ annuæ, quæ est in axe communi, inditi sunt dentes 121, & axiculus interpositus rotatilis circa duo puncta fixa, quorum alterum est in axe per Solem & annulum Mercurii transeunte; alterum in columella inhærente lamellæ fixæ Telluris. Sunt autem hæc puncta ita remota ab ipsis orbitis Mercurii & Veneris, ut dentes rotarum Veneris & Telluris libere sub axiculo transeuntes ab eo in motu suo non impediantur; Hic autem axiculus duas rotulas habet circa unamquamque extremitatem unam, quarum altera, cujus dentes committuntur rotæ annuæ, est dentium 12; altera vero, quæ armillæ dentatæ Planetam vehenti committitur dentium 7, cum ipsa armilla habeat dentes 17. quo ipso inter motum axis communis, & rotæ Mercurium vehentis eandem proportionem servari, quæ est 204 ad 847, manifestum est.]

Rotularum, quæ Lunam vehunt dentes ut inveniantur⁴²), assumpto eodem motu annuo d. 365. hor. 5. 50', & Lunari motu d. 29 hor. 12. 44', 3' five scrupulorum 45, ob faciliorem calculum invenietur ratio revolutionum Lunæ ad eas Telluris, ut 105190 ad 8505, five 21038 ad 1701: quibus numeris, ut prius, divitis fit

$$\begin{array}{r|l} 21038 & 12 + \frac{1}{2} + \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{6} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} \\ 1701 & \end{array}$$

Quod si pro ultima fractione sumatur $\frac{1}{6}$, & præcedentes ad eundem denominatorem deducantur, fient numeri 1546 & 125, quorum cum prior nullas partes aliquotas habeat, præter 2 & 773; hic autem nimium dentium numerum faciat, præstabit si loco fractionis $\frac{1}{6}$ proxime minorem sumamus $\frac{1}{7}$, quo facto orientur numeri 1781 & 144, quorum prior fit ex 137 & 13, posterior ex 12 in 12. Ex quibus descripta ratio dentium tum in majori rota, tum in minoribus axiculis dentatis facile constabit.

Ex ipsa autem hac inventione numeri dentium, qui tum in axe communi, tum in rotis singulos Planetas deferentibus incidi debent, manifestum est non posse has cir-

des roues menant les planètes, que les rotations ne peuvent se faire sans que dans le cours du temps de petites fautes se produisent dans les rapports du mouvement de la terre à celui de chaque planète, tels que nous les avons adoptés comme véritables d'après les observations. Or, il est facile de déterminer les grandeurs de ces petites aberrations. En effet, pour que la machine reproduisît exactement le rapport correspondant au vrai mouvement, il serait nécessaire que ce rapport correspondît précisément aux nombres des dents des roues. Pour rendre la chose plus claire, considérons par exemple le cas de Saturne. Dans la roue de Saturne montée sur l'axe commun il y a 7 dents, dans celle qui mène la planète il y en a 206. Nécessairement Saturne accomplit donc 7 fois sa révolution en un espace de 206 ans. Mais comme le rapport du mouvement de la Terre à celui de Saturne est exprimé par $7708431 : 2640858$, on trouvera qu'en 206 ans Saturne accomplit son mouvement périodique non pas précisément sept fois, mais environ $7\frac{1}{348}$ fois. Dans chaque période de 206 ans Saturne retarde donc d'après le mouvement de notre machine de $\frac{1}{348}$ de sa circonférence de cercle, et dans chaque année séparément d'une même fraction d'une quelconque de ses dents. En 1346 ans son mouvement retardera d'une seule dent: après ce laps de temps c'est donc d'une dent qu'il faudra faire avancer la roue de Saturne. Or, cette roue consiste en 206 dents constituant un contour circulaire de 360 degrés. À chaque dent correspondent par conséquent 105 minutes: c'est d'autant qu'il faudra faire avancer Saturne après 1346 ans, ce qui fait 134° en 20 ans⁴³). Le même calcul est applicable à toutes les autres planètes.

Reste à expliquer de quelle manière les justes inégalités des mouvements résultent des révolutions de nos roues ⁴⁴). Voici ce que nous avons à proposer à cet effet. Que l'on considère l'orbite planétaire ANP [Fig. 146], ayant C pour centre: soit S le soleil et prenons sur SC le point quelconque E; soit prise CE: ED comme l'excentricité SC est au rayon CA: et décrivons la circonférence de cercle DM du centre E avec le rayon CE. Il faut savoir en outre qu'au cercle AL est immobilement attaché en son centre mobile C le dit cercle DM, pourvu de dents égales perpendiculaires à son plan, lequel cercle tournera donc nécessairement autour du centre C. Mettons qu'il se meuve par la rotation uniforme du tympan KH dont l'axe est dirigé vers C et dont les dents engrènent dans la roue DM. Les dents auront les unes sur les autres une prise suffisante, quoiqu'à cause de l'excentricité de cette roue leur ensemble ne fasse pas toujours un angle droit avec l'axe de la roue mobile nommée. Je dis que par ce mouvement la planète se meut inégalement dans son orbite, de telle manière que son mouvement est à fort peu près identique avec le mouvement keplérien.

⁴³ Comparez la p. 176 qui précède où se trouve la même correction. Huygens n'a évidemment pas tenu compte de son calcul de 1685 ou 1686, donc postérieur à la construction du planétaire, publié dans la note 9 de la p. 179.

⁴⁴ Comparez sur ce sujet e.a. les p. 143—148 qui précèdent.

cumvolutiones ita fieri, quin tractu temporis aliquantulum ab ea ratione quam motus telluris ad motum uniuscujusque Planetæ ex observatis habere assumimus, aberret; Cujus tamen aberrationis quantitatem, quantula sit, facile est determinare. Nam ut exacte in machina eadem ratio veri motus observaretur, necessum foret, ut ratio motus præcise numero dentium in rotulis respondeat. Nimirum in Saturni, ut hoc exemplo res plana fiat, rota, quæ in axe communi est, dentes sunt 7, in ea vero, quæ Saturnum vehit, dentes 206. Necessum igitur est, ut tempore 206 annorum Saturnus periodum suam absolvat septies; Verum cum ratio motus Telluris ad Saturnum sit, ut 7708431 ad 2640858, invenietur, Saturnum spatio 206 annorum, absolvere periodum suam non præcise septies, sed circiter $7\frac{1}{348}$. Singulis ergo 206 annis Saturnus in motu suo in hac machina retardatur $\frac{1}{348}$ sui circuli, singulisque annis tantundem uniuscujusque dentis, & annis 1346 retardabitur ejus motus unico dente, quo igitur post id tempus rota Saturni promovenda erit. Hæc autem rota cum constet dentibus 206, qui integrum circulum 360 graduum constituunt, unicuique denti præterpropter respondebunt 105 scrupuli, per quos itaque promovendus erit Saturnus post exactos annos 1346, adeoque post 20 annos 1' : 3" 44". Eademque ratio est in cæteris.

Restat explicemus quam ratione ex harum rotarum revolutione debitæ motuum anomalie sequantur⁴⁴). Hunc in finem sic ASP orbita Planetæ, cujus centrum c; Sol s; sumaturque in se punctum E ad libitum, fiatque, ut excentricitas se ad radium CA, ita ce ad ED, quo radio ac centro E describatur circulus DM. Intelligatur porro circulo AL super centro suo c mobili affixum esse immobiliter circulum DM incisum dentibus æqualibus super circuli plano erectis, qui proinde circulus necessario quoque circa centrum c movebitur. Ponatur autem moveri versatione æquabili tympani KH axem ad c directum habentis, cujusque dentes congruant dentibus rotæ DM. Satis enim convenient, etli ob excentricitatem hujus rotæ non semper tympano ad rectos angulos subjiciantur: dico hoc motu Planetam inæqualiter ferri in sua orbita, idque ita, ut ejus motus hypothese Keplerianæ proxime æquipolleat.

En effet, prenons sur la circonférence de cercle DM décrite du centre E un arc quelconque DO et admettons que les dents de cet arc aient par la rotation du tympan HK dépassé la droite CD; la droite CO coïncidera alors nécessairement avec la droite CAD, non pas cependant de telle manière que le point O serait en D, il se trouve au contraire plus vers l'intérieur en R, vu que CD, qui est égale à la somme de CE et de EO, est plus grande que CO. Aussi grand qu'est l'angle OCD, aussi grand sera donc aussi l'angle duquel la droite CAD a tourné autour du centre C. Si nous prenons $\angle DCT = \angle DCO$, CT fera donc la droite à laquelle CAD est parvenue, de sorte que la planète sera avancée de A jusqu'au point N où la droite CT coupe la circonférence AN décrite du centre C. Quant au cercle DM, puisque le centre E s'est avancé jusqu'en F et que FT a été prise égale à ED, il occupera désormais le lieu du cercle TR. Or, il apparaît par la même égalité des angles OCD et DCT que l'arc DM que la droite CT coupe sur la circonférence ODM est égale à l'arc DO. Si nous tirons la droite ME, l'angle MED fera donc aussi égal à DEO. Par conséquent si l'arc AL est pris d'autant de degrés qu'en contient l'arc DM, et qu'on joint C et L par une droite, celle-ci fera parallèle à EM. Dans les triangles CEM, SCL les angles LCS, MEC seront donc égaux, et les côtés avoisinant ces angles égaux seront dans un même rapport pour les deux triangles. En effet, on a d'après la construction $SC : CL = CE : EM$, puisque $CL = CA$ et $EM = ED$. Les angles MCE et LSC feront donc aussi égaux entre eux et par conséquent les côtés CM et SL parallèles. Nous pouvons maintenant démontrer comme suit que par cette rotation des cercles DM et AL la planète placée en A se meut par la circonférence de cercle AL de telle manière que son mouvement correspond à fort peu près avec l'hypothèse de Kepler. Supposons que la planète se soit portée de A en N, l'espace NSA fera alors son anomalie moyenne; mais à cause du parallélisme des droites SL et CN le triangle NSC fera égal au triangle CLN, qui diffère fort peu du secteur CLN ⁴⁵⁾. L'espace CLA, et par conséquent aussi l'arc AL, correspondront donc à l'anomalie moyenne lorsque la planète se sera transportée de A en N. Et si nous considérons AQP comme l'orbite elliptique de Kepler, la planète fera, il est vrai, en Q, c. à. d. au point où NQ, perpendiculaire à AP, coupe l'ellipse AQP, et non pas en N, mais ces ellipses s'écartent si peu de circonférences de cercles que la différence est inapercevable dans notre machine. N fera donc le lieu de la planète dû au mouvement moyen AL, arc qui contient autant de degrés que l'arc DO ou DM. Que si le tympan est placé en un autre endroit quelconque tel que G également distant du centre C vers lequel il est dirigé, et qu'on place sous lui le point D qui sur la roue ODM est le point le plus distant du centre C, plaçant en même temps la planète de nouveau en A, lieu de son aphélie, il appert que

⁴⁵⁾ Comparez les l. 2—3 de la p. 144 qui précède, ainsi qu'à la p. 132 la fin de l'Avertissement.

Sumto enim in circulo DM. centro E descripto quolibet arcu DO, ponatur ejus arcus dentes versatione tympani HK pertransiisse rectam CD, erit necessario recta CO in recta CAD, etsi non ita, ut punctum O sit in D, sed interius in R, cum CD, quæ æqualis est duabus CE, EO, major sit, quam CO. Quantus igitur est angulus OCD, tantus quoque erit angulus, quo recta CAD mota erit circa Centrum c; ideoque si faciamus angulum DCT æqualem angulo DCO, erit CT recta, in quam promota erit CAD, adeo ut Planeta processerit ex A in punctum N, ubi recta CT secat circumferentiam AN centro c descriptam. Circulus autem DM centro E promotus in F, factoque FR æquali ED, habebit situm circuli TR. Apparet autem ob eandem angulorum OCD, DCT æqualitatem arcum DM, quem recta CT abscindit in circumferentia ODM esse æqualem arcui DO. Unde juncta ME, erit & angulus MED æqualis DEO. Itaque si fiat arcus AL totidem graduum, quot continet arcus DM, jungaturque CL, erit hæc parallela EM. In triangulis igitur CEM, SCL erunt anguli LCS, MEC æquales, & circa hos æquales angulos latera proportionalia. Est enim ex constructione SC ad CL, ita CE ad EM, quoniam CL ipsi CA & EM ipsi ED est æqualis. Erunt ergo æquales etiam anguli MCE & LSC, ac proinde latera CM, SL parallela. Hac igitur rotatione circulorum DM, AL Planetam in A positum ita moveri per circulum AL, ut ejus motus quam proxime respondeat *Hypothesi Kepleri* ita ostendetur: Ponatur Planeta motus ab A versus N, erit spatium NSA anomalia ejus mediæ; atqui propter lineas parallelas SL, CN erit triangulum NSC æquale triangulo CLN, quod insensibili | discrimine differt a sectore CLN⁴⁵). Spatium itaque CLA, adeoque & arcus AL (p. 459), respondebit anomalie mediæ; promotus Planeta ex A in N. Quod si ponamus AQP esse ellipticam Kepleri orbitam, erit quidem Planeta in Q, ubi scilicet NQ perpendicularis in AP Ellipsin AQP secat, non in N, sed hæ Ellipses tam parum a circulis recedunt, ut differentia in machina animadverti nequeat. Erit itaque N locus Planetæ debitus medio motui AL, qui arcus tot gradus, ac arcus DO sive DM complectitur. Quod si tympanum ponatur quovis alio loco velut in G æque distante a centro c versus quod tympanum dirigitur, collocetur vero punctum D, quod in rota ODM maxime a Centro c distat sub tympano, & Planeta rursus in A loco Aphelii sui, apparet æquali versatione tympani

par des rotations égales du tympan en G et en D, passent les mêmes angles autour du centre C. En quelque endroit qu'on place le tympan, le mouvement de la planète deviendra donc inégal suivant la même loi, quoique les dents de la roue DM aient été prises toutes égales; il faut seulement que les dents du tympan K visant directement le point C aient une certaine longueur par l'effet de laquelle elles puissent engrener dans celles de la circonférence DM coupant la droite DC en des points toujours divers; de plus on doit avoir égard à ce que, lorsque la plus longue droite qu'on puisse tirer du centre C à la circonférence DM est placée directement sous le tympan K, la planète soit placée dans l'aphélie de la circonférence ANL. Mais comme dans notre machine tous les tympans sont placés sur un axe unique, celui-ci ne pourra avoir la bonne direction que par rapport aux centres de deux planètes. C'est pourquoi il faut encore examiner comment le même but peut être atteint au moyen de dents inégales. Supposons à cet effet la circonférence DMP coupée en parties égales Da, ab, bM, Mg et qu'à elles toutes des droites soient tirées à partir du point C, savoir Ca, Cb, CM, Cg, alors celles-ci couperont l'orbite ANL de la planète en des parties inégales Ad, de, eN, Nf. De cette façon on trouvera sur la circonférence ANL un nombre de dents inégales égal à celui des dents égales de la circonférence DM. En leur appliquant maintenant le tympan K (car elles s'y adapteront suffisamment bien quoiqu'ici plus petites et là plus grandes), il arrivera qu'avec le même nombre de dents du tympan K qui faisait d'abord passer les dents de l'arc DM, passent maintenant celles de l'arc AN, d'où résulte que dans l'un et l'autre cas il se produit la même inégalité du mouvement planétaire, savoir celle dont nous avons fait voir qu'elle correspond à fort peu près à l'hypothèse de Kepler.

FIN.

in *c* atque in *d* eodẽ angulos transire circa centrum *c*. Quare ubicunq; collocetur tympanum, eodem ritu motus Planetæ inæqualis fiet, licet dentes rotæ *dm* æquales ponantur, modo dentes tympani *k* directe spectantis ad punctum *c* aliquam habeant longitudinem, qua committi queant dentibus circuli *dm* aliis & aliis in punctis secantis rectam *dc*; & simul observetur, ut posita recta longissima, quæ a centro *c* ad circulum *dm* duci potest directe sub tympano *k*, Planeta ponatur in Aphelio circuli *anl*. Verum cum nostra in machina omnia tympana in uno eodemque axe sint posita, non poterit ille nisi ad duorum Planetarum centia debite collocari; quare porro considerandum est, qui idem per inæquales dentes perfici queat. Quem in finem supponamus circulum *dm* in partes æquales *da*, *ab*, *bm*, *mg* sectum esse, & ad illas singulas duci ex puncto *c* rectas, *ca*, *cb*, *cm*, *cg* illæ in partes inæquales *ad*, *de*, *en*, *nf* secabunt orbitam Planetæ *anl*. Qua ratione invenientur in circulo *anl* totidem dentes inæquales, quot ^{(p. 460).} æquales positi sunt in circulo *dm*. Quibus si nunc porro tympanum *k* applicetur, (satis enim convenient, licet alibi minores, alibi vero majores paulo evadant,) cum eodem numero dentium tympani *k*, quo transire prius dentes arcus *dm*, jam transeant dentes arcus *an*, fiet, ut simul eadem motus Planetæ oriatur inæqualitas, quam Hypothesi Keplerianæ proxime respondere ostendimus.

F I N I S.

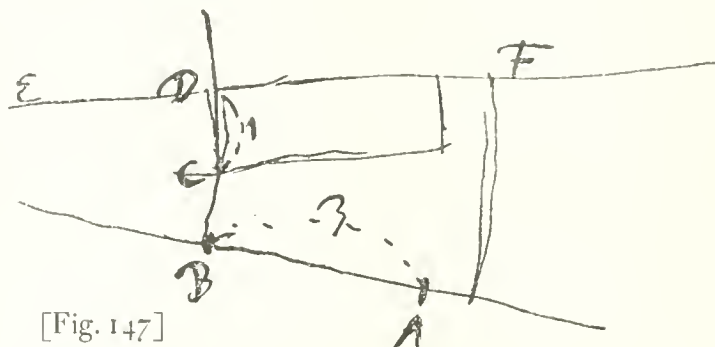


APPENDICE I

À LA DESCRIPTIO AUTOMATI PLANETARII.

[1686]¹⁾.

Ad machinam planetariam. Armilla BC [Fig. 147] certum numerum habet dentium et magnitudinem. Ratio AB ad CD nota. Fiat altitudo CB debito major et dentibus aliquot incidatur ex ijs qui latissimi. Tum in DC nondum axi EF juncta paulo majore



adfuita, dentes aliquot secundum factam partitionem incidantur, atque eousque diminuantur cum radio CD donec hi dentes commode moveant dentes dictos armillæ BC. Tunc demum axi EF imponatur rota DC armillæ. Hujus dentes eousque deprimantur donec rota DC axi EF infidens dentes suos aptè inferat dentibus armillæ CB. atque ad eandem altitudinem tota armillæ circumferentia dentibus incidatur.

¹⁾ La Pièce est empruntée à la p. 229 du Manuscrit F. Les p. 227 et 239 portent respectivement les dates de Sondag 5 Mei et Sept. 1686.

APPENDICE II

À LA DESCRIPTIO AUTOMATI PLANETARIJ¹⁾

De summa vero operis ut quod sentio dicam, vix quemquam fore arbitror eorum qui ad hanc Automati nostri Planetarij Expositionem legendam accessuri sunt ad quem non fama pervenerit Archimedæ sphaeræ de qua tam multa memoriæ prodita reperiuntur. Atque utinam superesset vel ipsius artificis commentarius ille quo machinæ hujus fabricam exposuisse creditur, vel aliunde de ea extaret fida fatis narratio. Nunc vero ejusmodi sunt quæ de illa feruntur ut ad eam intelligendam nihil prorsus nos adjuvent — suspicionem vero moveant præter veritatem aliquam ficta esse — sed potius aliena quædam a veritate hominum mentibus offerant, cujusmodi illud de vitrea sphaeræ materia et incluso spiritu mundum suum movente²⁾, quasi non mechanicæ artis sed chymicorum arcano aliquo fretus (autre leçon: fatus) Archimedes opus illud inchoasset, quod est longe absurdissimum (autre leçon: quo nihil absurdius dici possit). Equidem magnopere semper Archimedis ingenium suspexi, cujus tot egregia habemus monumenta, sed in hoc de quo nunc agitur invento eam præcipuam ejus laudem existimo quod primus rem mirabilem nec adhuc tentatam aggredi ausus sit, multisque postea ad simile quid conandum (autre leçon: audendum) viam præverit. Concedam etiam id eum præstitisse quo nihil aptius aut ingeniosius illo ævo effici potuerit.

En marge: Equidem nihil dubito quin dentatarum rotularum circuituionibus³⁾ omnia constiterint, de summa operis vero quam exactum absolutumve fuerit si conicere licet, si quod sentio dicendum est, non maxima de eo apud me opinio est.

Sed plurima scimus cum in Astronomia tum in rebus mechanicis ab eo tempore esse reperta, quæ prisca illa ætas ignorabat. Et in coelestium quidem doctrina ultimis hisce centum annis plus profectum asseverare auri quam omni reliquo tempore, quo studium hoc excoli cœptum sit⁴⁾. Neque enim ante Copernicum ordo certus aut proportio orbium in quibus Planetæ moventur innotuerant. Nam licet Philolai systema⁵⁾ et Aristarchi jam tempore Archimedis extaret atque ejus ipse alicubi meminerit⁶⁾, in quo Terra circa solem immobilem veheretur et in sese converteretur, nihil tamen de

¹⁾ Chartæ astronomicæ, f. 189. Projet antérieur non daté du début de la „Descriptio”.

²⁾ Voyez l'épigramme de Claudianus cité à la p. 173 qui précède.

³⁾ Comparez la note 27 de la p. 78 qui précède.

⁴⁾ Attendu que l'ouvrage de Copernic a vu le jour en 1543, Huygens aurait pu écrire 150 ans au lieu de 100 ans.

⁵⁾ Voyez sur Philolaus les p. 554 et 567 qui précèdent.

⁶⁾ Savoir dans le $\Psi\alpha\upsilon\iota\tau\eta\varsigma$ (ou Arenarius). Il n'y est question que d'Aristarque.

reliquorum orbium ad nostrum hunc ratione nec de totius systematis complexu definitum fuerat. Ut proinde non satis pro merito Copernicus ab ijs laudatur qui Pythagoreorum hypothesein renovasse eum ac revocasse dicunt, cum ille vix teneribus initijs cœptam ingenij sui perspicacia (autre leçon: felicitate) quasi de integro totam eruerit ac perfecerit. Jam quis nescit quanta præterea accessio facta sit astronomiæ ex quo commentitios illos Epicyclos Keplerus cœlo relegavit (autre leçon: amovit) simplicesque Planetarum vias esse docuit. Quam denique hæc omnia Telescopij observationibus confirmata fuerint et ipsorum denique planetarum numerus alijs planetis auctus? Itaque si quis cogitet quantarum hic rerum cognitione veteres astronomi caruerint, ut nec partes Systematis singulas nec formam totius habuerint perspectam, facile quoque intelliget fieri non potuisse ut instar ejus aut imaginem quæ quidem similitudinem aliquam haberet arte effingerent. Ad hæc mechanicæ pars illa quæ ad horologiorum automata pertinet non pauca habet ad hujusmodi sphaeras mobiles instruendas necessaria, qualis est lamina illa è chalibe quæ in spiris adstricta motui omni principium dat, et multo quidem aptius quam plumbi gravitas; quale et libramentum⁷⁾ quo rotarum extremarum cursus sufflamatur (autre leçon: celeritas cohibetur). quæ nec Archimedis ætate nec multis post seculis cognita fuere. Si enim reperta fuissent, non potuissent, cum tantam utilitatem haberent, postea negligi aut exolescere.

Quod autem vitream sphaeram Archimedis fuisse aliqui voluerint, non video quid aliud vitro hic fieri potuerit quam ut machinam totam includeret, fragili sane custodia. Si vero sphaera fuerit e metallo, oportet ut vel in ejus superficie motus planetarum apparuerit quales videre memini quæ cursum solis exhiberent (sed hoc in tanta motuum apparentium diversitate, nunc prorsum nunc retro incedentibus sideribus non videtur mihi præstari posse), vel tale genus sphaeræ fuerit, si tamen ea sphaera dicenda est, quæ ex pluribus circulis armillisve componitur alijs alios includentibus, quorum quisque suum planetam circumferat. Hic vero similitudo veri systematis crebris illis deferentibus circulis non parum obscuratur qui in cœlo nusquam existunt. Fortasse autem hujusmodi sphaeram armillarem vitrea inclusit Archimedes, nisi totum illud de vitro figmentum est, quod mihi potius videtur⁸⁾. Cicero quidem qui Posidonij sphaeram Archimedeæ æmulam laudat⁹⁾ vitri non meminit sed varios planetarum motus in sphaeram utrumque attigisse confirmat. Sed neque Posidonij tempore vera systematis natura (autres leçons: facies, species) comperta erat, nisi quod Veneris et Mercurij stellas solem am-

⁷⁾ Comparez le § 21 de la p. 160 qui précède.

⁸⁾ Nous rappelons qu'Ovide qui a dû connaître le planétaire d'Archimède de visu dit que le „globus” se trouvait „in aere clauso” (vers cités à la p. 174 qui précède).

⁹⁾ Nous avons cité Cicéron dans la note 10 de la p. 172 précède.

bire inque cursus sui centro habere ex Ægyptiorum doctrina jam percerebuerit¹⁰). qua una re aliquid amplius quam Archimedes elicere potuit. Sed hoc rursus Ægyptiorum inventum a Ptolomæo rejectum est quem omnes deinde usque ad Copernicum secuti sunt.

Itaque qui ante hujus tempora talia automata architectati sunt frustra, ut mihi videtur, ingenia sua torserunt, inter quos fuisse narratur qui mille quingentis rotulis opus suum oneraverat¹¹). Postquam vero a Copernico reformata ac in melius mutata est astronomia, quæ deinde Tychonis Brahei observationibus et Kepleri industria perfectionem fere summam est adepta, sicut facilius tentari res eadem potuit ita a pluribus quoque (autre leçon: plurium quoque æmulatione) suscepta fuit (autre leçon: ita plures quoque in hoc incubuerunt) quorum et machinationes quasdam vidimus vario artificio elaboratas. Nostra autem quam hic exponere aggredimur diversa quantum scio ab omnibus ratione constructa est ac simplici quidem forma adeo ut non paucioribus rem confici posse existinem. Similitudinem vero veri systematis omnium orbium positu ac dimensione, tum medijs æque et anomalis planetarum motibus exacte exprimit ac præter spectaculi elegantiam hunc præbet usum, ut loca planetarum in cælo apparentia tam in futurum ac præteritum quam in præsens tempus cum conjunctiōnibus atque oppositionibus omnibus velut ephemeride quadam perpetua, nullo negotio inde addiscere ac prævidere liceat.

Ut itaque ab exteriori constructione exordiar, Octogonum est etc.

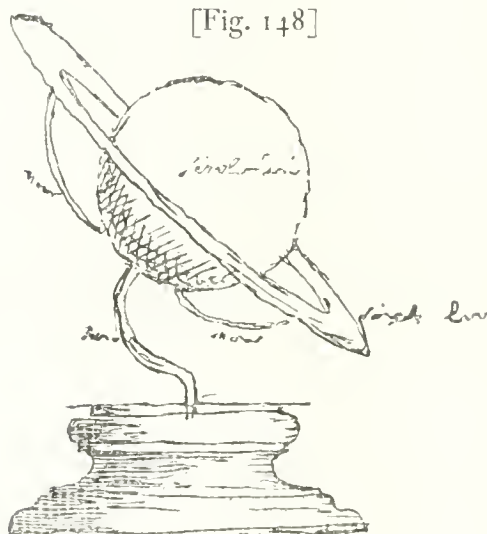
¹⁰) Dans le § 10 du „Somnium Scipionis” Cicéron écrit: „[Solem] ut comites consequuntur, alter Veneris, alter Mercurii cursus”. En commentant ce passage Macrobe („In Somnium Scipionis” Lib. I, cap. XIX) nous apprend que „Plato Aegyptios, omnium philosophiæ disciplinarum parentes secutus est qui ita Solem inter Lunam & Mercurium locatum volunt, ut ratione tamenprehenderint & edixerint cur à nonnullis Sol suprâ Mercurium suprâque Venerem esse credatur . . . Horum verò trium proximorum, Veneris, Mercurij & Solis ordinem vicinia confudit. Sed apud alios. Nam Aegyptiorum solertiam ratio non fugit, quæ talis est: Circulus per quem Sol discurrit, à Mercurij circulo, ut inferior, ambitur. Illum quoque superior circulus Veneris includit. Atque ita fit ut hæ duæ stellæ, cum per superiores circulorum suorum vertices currunt, intelligantur supra solem locatæ: cum verò per inferiora commeant circulorum, sol eis superior existimetur”. Le passage de Platon auquel Macrobe fait allusion est l'endroit suivant du Timée (§ 38): [ο θεὸς εἰρηκεν] ἐκαστόν καὶ τὸν ἱερόν Ἑρμοῦ περιέμεινον εἰς τὸν τάχει ἰσόδρομον κύκλον ὑντας. Il n'est pas démontré que Macrobe attribue à bon droit aux Égyptiens la connaissance du mouvement héliocentrique de Vénus et de Mercure (attribuée ailleurs à Herakleides Pontikos, disciple de Platon).

¹¹) Il s'agit de Torriani, voyez la p. 172 qui précède.

APPENDICE III
A LA DESCRIPTIO AUTOMATI PLANETARII.
[1694 ou 1695]¹⁾.

Pour placer au dessus de la machine planetaire.

[Fig. 148]



On lit dans la Fig. 148: noir, noir, noir, fizele dorè, fizele dorè.

¹⁾ L'Appendice III est emprunté à la f. 127 du Manuscrit I, dont les f. 121 et 131 portent respectivement les dates Aoust 1694 et 29 Jan. 1695.

COSMOTHEOROS



Avertissement.

La Pièce de 1690¹⁾ que nous avons intitulée „Réflexions sur la probabilité de nos conclusions et discussion de la question de l'existence d'êtres vivants sur les autres planètes” porte à croire qu'en ce temps, alors qu'il était âgé de 60 ou 61 ans, Huygens avait l'intention de publier sur ces questions un ouvrage dont la majeure partie — à moins que d'autres sujets encore n'y fussent traités — serait vouée à celle des planétaires. En 1686, nous l'avons dit aussi à la p. 129 qui précède, il songeait peut-être à un livre sur l'astronomie en général destiné en premier lieu aux hommes de science comme la grande majorité de ses publications antérieures, livre où, comme le font voir les „Pensées meslees” — consultez-en les §§ 16, 38, 52—54 et 59 — la question de l'existence d'organismes planétaires aurait probablement été discutée sans prolixité. Trois ou quatre ans plus tard cette question lui sembla digne d'un traitement plus ample et en même temps plus populaire. Il n'en entreprit pas encore la publication, sans doute puisqu'alors déjà il lui parut après tout préférable d'y joindre un aperçu général de la constitution de notre système planétaire ainsi que des remarques sur le monde des étoiles, en premier lieu sur les distances de ces dernières²⁾. De cette façon l'ensemble serait plus instructif et moins exclusivement œuvre de fantaisie.

¹⁾ Ou peut-être de la fin de 1689; voyez la note 1 de la p. 539.

²⁾ Il était déjà question de ce dernier sujet à la p. 370 (inédite) qui précède.

En 1694 il exécuta ce projet, en vouant un premier livre à la question des planétiotes et un deuxième au dit aperçu. Le choix de la langue latine montre que, tout en se faisant populaire, il n'écrivait pas en premier lieu pour le grand public mais bien plutôt pour les gens du monde non dépourvus d'instruction classique. Voyez ce qu'il dit sur ses lecteurs à la p. 685.

Le mot *Kosmotheoros* a apparemment été forgé par Huygens; mais J. Fernel au seizième siècle avait déjà publié une „*Cosmotheoria*”.

C'était aussi pour les „honnêtes gens” (pour parler avec Voltaire) que de Fontenelle avait fait voir le jour en 1686 à ses „Entretiens sur la pluralité des mondes”³⁾. Quoi d'étonnant si Huygens a cru devoir, après lui, traiter le même sujet d'une façon moins superficielle?⁴⁾ Nous ne disons pas: pour le même public, puisque, si nous voyons bien, Huygens ne songe guère, comme de Fontenelle, aux dames.

Dès juillet 1692 il parle vaguement, dans une lettre à Leibniz⁵⁾, de la publication d'un écrit sur un sujet non mathématique. Mais ce n'est qu'en mars 1694 qu'il est sérieusement question, dans une lettre du frère Constantijn⁶⁾, de l'apparition prochaine d'un „livre des Planetes” qu'en Angleterre on est, dit-il, impatient de voir sortir. Constantijn apprit encore le même mois que le traité était achevé „moitié Latin moitié Français, de sorte qu'il y reste une grande partie à traduire”, et qu'il lui ferait dédié sans objection de sa part. Le 7 janvier 1695 Huygens put écrire à son frère que l'ouvrage était achevé et que le libraire Moetjes (ou Moetjens) de la Haye l'avait accepté⁷⁾. Le 4 mars suivant, nous l'apprenons par la dernière lettre connue de Huygens⁸⁾, la première feuille était imprimée; il ajoutait qu'il continuait toujours à corriger et amplifier son écrit.

³⁾ Dans la Préface il écrit: „J'ay voulu traiter la Philosophie d'une maniere qui ne fût point Philosophique; j'ay tâché de l'amener à un point qu'elle ne fust ny trop seche pour les Gens du Monde, ny trop badine pour les Sçavans”.

⁴⁾ Voyez ce que Huygens dit sur les Entretiens ou Dialogues dans la Partie A de l'Appendice VI qui suit. Dans le *Cosmotheoros* lui-même il en fait mention à la première page, sans citer le nom de l'auteur, omission qui lui est familière. Il a aussi été question des Entretiens dans la note 10 de la p. 343 qui précède. Dans sa Préface de Fontenelle dit encore: „Le vray et le faux sont meslez icy”.

⁵⁾ T. X, p. 304.

⁶⁾ T. X, p. 581.

⁷⁾ T. X, p. 703.

⁸⁾ Adressée à Constantijn, T. X, p. 708.

Nous ignorons combien de feuilles ont pu être imprimées avant la dernière maladie et le décès de l'auteur. Dans la note 6 de la p. 581 du T. X nous avons déjà dit que l'impression traîna en longueur et que lorsqu'en 1698 elle fut achevée, Constantijn lui aussi avait cessé de vivre. C'est ce qu'on lit aussi dans la préface anonyme de l'édition de 1698 que nous reproduisons ici.

BENEVOLO LECTORI SALUTEM.



Libellus hicce jam ad umbilicum deductus, & prælo destinatus erat, cum maximo rei literarie damno Illustræm ejus Auctorem primum morbus, dein mors occupavit. Qui tamen ut in lucem prodiret, cævit, ultima voluntate fratrem, ad quem scriptus est, rogitans, hujus ut edendi curam suscipere vellet. Cui rei Nobilissimo Viro innumeris occupationibus & peregrinationibus, utpote qui Magnæ Britanniæ Regi ad res Batavas à secretis esset, distracto vacare non licuit, nisi anno ferme post Auctoris obitum. Quæ re, intercedente deinde etiam Typothetarum mora, factum est, ut cum editioni jam omnia pararentur, & hic Vir fato cessasset, adeoque & Parente & eo, qui post parentis obitum ejus vicem gerebat, & ad quem destinatus erat, destitutus fuerit hic Libellus. Eadem tamen, qua ab Auctore conscriptus erat, ratione, eademque ad fratrem, licet jam defunctum, inscriptione, (Religio enim fuit quidquam immutare) prodit in publicum, non dubia spe, fore, ut eruditi, sicut reliqua omnia Auctoris, sic & ultimum hunc ejus sætum benigne accipiant. Demonstrationes equidem Mathematicas non inveniunt ubique, neque enim res patitur, sed, quo in his rebus nihil ultra desiderari jure posse videtur, verisimiles & ingeniosas conjecturas. Quæ ex cælorum notitia depromi potuerunt, ea hic videbunt ratione demonstrata; quæ ex iis non patent, ex cælestium corporum cum tellure nostra affinitate solerter conjecta. Verum hujus quid sit, ex ipso Auctore commodius perspicies. Vale.

Quand on vieillit, les souvenirs du temps où l'on était jeune, se présentent souvent avec une intensité supérieure à ceux de plus tard. Élevés et instruits ensemble, tant à la Haye que comme étudiants à Leiden, habitués à construire ensemble des instruments optiques à la maison paternelle durant un grand nombre d'années, les deux frères vivaient toujours dans une certaine communauté d'idées⁹⁾. Durant le séjour

⁹⁾ Quelques passages de la Correspondance font voir que Constantijn continuait à s'intéresser plus ou moins aux sciences mathématiques. Dans sa lettre du 2 avril 1694 (T. X, p. 598) Christiaan l'exhorte à se procurer la nouvelle édition des œuvres de Wallis. Voyez aussi le deuxième alinéa de la p. 554 du T. XX.

de Christiaan à Paris ils durent se contenter — nous l'avons rappelé plus haut¹⁰⁾ — d'échanger des lettres sur les lunettes et la taille des lentilles: mais en 1681 et dans les années suivantes ils travaillèrent de nouveau ensemble. Or, en observant la lune et les planètes, Constantijn et Christiaan — comment eût-il pu en avoir été autrement? — avaient souvent discuté, sans doute surtout lorsqu'ils étaient jeunes, sur la question de savoir comment les corps célestes se présenteraient à nous s'il nous était donné d'en approcher de bien près, mieux encore de les visiter. Lorsqu'il eut atteint l'âge de 60 ans cette question était apparemment devenue de plus en plus importante aux yeux de Christiaan: elle était, nous semble-t-il, étroitement associée dans son esprit avec le sentiment de l'amitié qui le liait à Constantijn. À la p. 779 qui suit Huygens mentionne les objectifs taillés par Constantijn qui n'avaient encore été mis à l'épreuve que dans des allées suburbaines. Puisque leurs distances focales étaient de 170 et 210 pieds ils sont certainement identiques avec ceux mentionnés plus haut dans la note 3 de la p. 303 comme ayant été offerts à la Royal Society après le décès des Huygens¹¹⁾. L'un au moins de ces deux objectifs a servi à quelques observations astronomiques¹²⁾ comme il en fut pour un grand nombre d'observations de celui de 122 ou 123 pieds également taillé par Constantijn¹³⁾. Nous ignorons si Huygens suppose à bon droit ces deux objectifs équivalents aux meilleurs objectifs fabriqués ailleurs, c.à.d. à ceux de Campani. Ce qui paraît au moins fort probable, ou presque certain, c'est qu'avec l'un et l'autre les frères auraient pu observer les cinq satellites alors connus de Saturne, puisque, d'après Pound, l'objectif de 122 pieds permettait déjà de les voir¹³⁾. Ils auraient donc aussi pu apercevoir un peu mieux les bandes et taches de Jupiter, ainsi que les détails de la surface de Mars (et les facules du soleil, dont Huygens n'admet pas l'existence, p. 807). Mais pour aller plus loin, pour se faire une idée de la nature des corps célestes de notre système solaire et de leurs habitants, supposé qu'il y en eût, il fallait nécessairement s'aventurer sur le terrain des conjectures.

¹⁰⁾ P. 239—242.

¹¹⁾ Il n'est nulle part fait mention d'autres objectifs huguénien possédant des distances focales de 170 ou 210 pieds; consultez l'article de F. Kaiser cité à la p. 302, ainsi que la l. 2 de la p. 18 de notre T. XV où le lecteur est renvoyé à diverses pages des T. IX et X.

¹²⁾ En 1722 Bradley se servit de l'objectif de 210 (ou 212) pieds pour mesurer le diamètre apparent de Vénus; voyez la p. 25 du T. XV.

¹³⁾ P. 302—303 qui précèdent.

L'Appendice V qui suit fait voir que Huygens avait d'abord l'intention de faire en premier lieu des conjectures sur la lune; mais pour la raison qu'il développe à la p. 791 il préféra après tout commencer par la considération des planètes primaires.

Nous observons que, sauf erreur, Huygens est le premier astronome qui ait remarqué que la lune n'a pas (ou presque pas) d'atmosphère; voyez aussi le § 54 de la p. 368 qui précède¹⁴⁾.

Ayant déjà parlé de la question des planéticoles dans l'Avertissement des p. 180 et suiv., il nous semble inutile de faire ici des observations sur les conjectures de Huygens. Bornons-nous à remarquer 1. qu'il est plus difficile aujourd'hui qu'au dix-septième siècle de supposer à la surface des planètes des eaux liquides à des températures beaucoup plus basses que les nôtres, 2. qu'il est au contraire plus facile qu'il ne l'était pour Huygens de supposer l'existence d'autres organes pour voir que nos yeux, vu que nous connaissons aujourd'hui des ondes électro-magnétiques de fréquences fort diverses¹⁵⁾.

On causait déjà au dix-septième siècle de visiter, un jour, la lune¹⁶⁾. Huygens se

¹⁴⁾ Dans l'„Iter exstaticum” de Kicher — édition de 1660, voyez la note 1 de la p. 764 — nous lisons à la p. 48 dans la „Prelusio Parænetica Auctoris”: „Lunæ atmosphæra. Ex Cysati observationibus Atmosphærae lunaris Mundo patuit, cui omnes subscribunt”. Et à la p. 65 dans la „Prelusio in Lunam”: „De Lunæ atmosphæra. . . Per Lunæ atmosphæram intelligo hic aërem vapidum, vel aliud quid aëri vapido & crassiusculo simile, circumfusum Lunæ. Quæritur igitur, an Luna suam circa se habeat atmosphæram sicut Tellus nostra suam habet. Plurimi enim recentiorum post tubi optici usum agnoscunt circa ipsum aërem, aut densiorem ætherem, ut sunt Keplerus, Mæstlinus, Galilæus, Longomontanus, Jordanus Brunus, David Fabricius, Antonius Maria de Rheita, Marius Bettinus, Langrenius, Wendelinus, Joannes Baptista Cysatus, & Scheinerus”.

¹⁵⁾ Dans le livre de H. L. Bergson cité à la p. 665 qui suit, l'auteur s'exprime comme suit (p. 278 „De la signification de la vie” de la 33^{ème} édition de 1929, F. Alcan, Paris): „Si [la vie] vise essentiellement à capter de l'énergie utilisable pour la dépenser en actions explosives, elle choisit sans doute dans chaque système solaire et sur chaque planète, comme elle le fait sur la terre, les moyens les plus propres à obtenir ce résultat dans les conditions qui lui sont faites. Voilà du moins ce que dit le raisonnement par analogie, et c'est user à rebours de ce raisonnement que de déclarer la vie impossible là où d'autres conditions lui sont faites que sur la terre. La vérité est que la vie est possible partout où l'énergie descend la pente indiquée par la loi de Carnot et où une cause, de direction inverse, peut retarder la descente, — c'est-à-dire, sans doute, dans tous les mondes suspendus à toutes les étoiles”.

Parmi nos contemporains J. Jeans pense différemment; voyez sur lui l'alinéa suivant du texte.

¹⁶⁾ De Fontenelle, Entretiens etc. Second Soir (Que la Lune est une Terre habitée), p. 51: **L'art de voler ne fait encore que de naître, il se perfectionnera, & quelque jour on ira jusqu'à la Lune.**

contente de constater l'impossibilité actuelle de pareils voyages¹⁷). Aujourd'hui on commence à songer sérieusement à construire des navires éthériens — pour employer ce mot — capables de sortir de l'atmosphère terrestre¹⁸). Il faudra certes „encore bien de la science et de l'invention pour venir à bout d'une telle entreprise”¹⁹); même si l'on y réussit, on pourra déjà s'estimer heureux dans les premiers temps, nous semble-t-il, si l'on parvient à s'élever jusqu'à la lune et à en revenir sains et saufs. Visiter les planètes, ou du moins s'en approcher suffisamment pour les photographier, serait cependant l'unique moyen, pensons-nous, pour voir s'il n'y trouve des animaux, peut-être en partie raisonnables et comparables à nous-mêmes. Nous serions ainsi un peu mieux renseignés que nous ne le sommes actuellement sur le phénomène de la vie dans l'univers, partant aussi sur la place de l'homme dans l'échelle des êtres; quoiqu'alors aussi (on se plaît aujourd'hui à soutenir — nous songeons à J. Jeans²⁰) — que la majorité des étoiles sont dépourvues de planètes, ce qui serait encore invérifiable) le problème qui, après Bruno et d'autres, préoccupait Huygens, n'eût encore été résolu que bien partiellement. Nous ne disons rien de ce qui pourrait se trouver au-delà des étoiles en supposant que leur nombre ne soit pas infini²¹).

¹⁷) P. 763 qui suit (fin du premier livre): cum ejus itineris conficiendi spes omnis adempta sit . . . C'est ainsi qu'il avait constaté ailleurs (T. XVII, p. 515) l'impossibilité actuelle de monter dans notre pays jusqu'à la hauteur ordinaire des nuages.

¹⁸) En 1937 nous avons eu l'occasion de visiter à Paris le „Palais de la Découverte” de création récente; nous y avons trouvé une salle d'„astronautique” où étaient exposés les projets des dernières années pour sortir de l'atmosphère et visiter la lune et les planètes.

¹⁹) C'est seulement dans le T. XXII que nous publierons parmi les „Varia” les pages de Huygens qui se rapportent au vol. A la p. 327 du Manuscrit D il écrit sous le titre „Nouvelle force mouvante par le moyen de la poudre à Canon”: . . . et quoyqu'il paroitra absurde, il ne semble pas pourtant impossible d'en trouver quelqu'une [une voiture] pour aller par l'air, puisque le grand obstacle à l'art de voler a esté jusqu'ici la difficulté de construire des machines fort legeres et qui puissent produire un mouvement fort puissant. Mais j'avoue qu'il faudroit encore bien de la science et de l'invention pour venir à bout d'une telle entreprise.

²⁰) James Jeans „The motion of tidally-distorted masses, with special reference to the theories of Cosmogony”, London 1917; „The universe around us”, Cambridge, 1930; „The mysterious universe”, Cambridge, 1931 et 1932.

²¹) P. 817 qui suit. Huygens faisait cette même supposition dans le dernier § des „Pensees meslees”. Il ne croit pas cependant pouvoir nier avec assurance l'existence d'un nombre infini de corps célestes.

Ce qui formait en premier lieu un lien entre Christiaan et Constantijn outre la musique et la peinture, ce n'est pas seulement leur commun travail manuel ainsi que leur commune application aux mathématiques et à l'astronomie, c'est aussi leur commune instruction classique — dont d'ailleurs leur étude des mathématiques et de l'astronomie est inséparable —, laquelle était pour une petite partie, mais non la moins importante aux yeux de la famille, une instruction religieuse. Nous n'avons trouvé le nom d'aucun pasteur protestant chargé de cette instruction, ce qui nous amène à supposer que c'était surtout le père Constantijn — pour ne rien dire des nombreux sermons entendus à l'église — qui s'était chargé de cette partie de l'éducation. Il est connu que le père Constantijn possédait un grand nombre de livres de théologie²²⁾ et que tant son père²³⁾ que lui-même étaient des protestants zélés, non le moins dans tout ce qui concernait les affaires de l'état; les Huygens appartenaient au parti orthodoxe et l'opposition contre l'église catholique est un trait marquant chez Constantijn père²⁴⁾. D'autre part celui-ci s'intéressait vivement au développement des sciences, et nous ne voyons pas qu'il ait jamais craint que la science pût un jour se montrer plus ou moins opposée, non seulement à la scolastique, ce qu'il approuvait, mais aussi aux vues religieuses basées sur l'Écriture sainte. Dans la „norma studiorum et vitae reliquæ etc.” de 1645²⁵⁾ il recommandait à Constantijn et Christiaan de toujours commencer leur journée par la lecture, en grec, d'un chapitre du Nouveau Testament.

Quant à Christiaan adulte, d'après le Journal de Voyage de 1660—1661, il assistait régulièrement à Paris au culte protestant, soit à l'ambassade soit ailleurs. Le fait qu'il connaissait fort bien, après son retour en Hollande (1681), l'organiste van Blankenburg — voyez sur lui notre T. XX — nous amène à supposer qu'en ce temps il fréquentait l'église wallonne à la Haye. En 1660 il répondait à Tacquet, désireux de le convertir au catholicisme, qu'il ne voyait pas de raison pour „recedere a pristina religione” et ajoutait s'estimer heureux „quod quæ a prima juventute pro veris habui eadem nunc quoque talia existimare liceat”. Ce qui mérite surtout d'être remarqué c'est qu'en ce temps, en comparaison avec les questions religieuses („gravioribus hisce”), il dit con-

²²⁾ Il y en avait également un grand nombre dans la bibliothèque de Christiaan, d'après le catalogue de vente de 1695.

²³⁾ Christiaan Huygens (dit Christian de Oude), secrétaire du premier Stadhouder, Guillaume le Taciturne.

²⁴⁾ Comparez ce que Christiaan Huygens dit sur ce sujet dans le quatrième alinéa de la p. 403 du T. X; et aussi ce qu'il écrit à Leibniz sur le catholicisme aux p. 388—389 du même Tome.

²⁵⁾ T. I, p. 4.

sidérer les questions géométriques — cependant bien importantes pour lui — comme des „res exigui momenti”²⁶⁾.

Descartes, lui, se montra toute sa vie attaché à l’église catholique²⁷⁾. Dans ses „Cogitationes privatae” — qui, il est vrai, datent de 1619 — nous lisons: „Tria mirabilia fecit Dominus: res ex nihilo, liberum arbitrium, & Hominem Deum”²⁸⁾.

Il y a, au sujet de la question du libre arbitre, une opposition de vues entre Descartes et Huygens qui s’explique fort bien par leur éducation, l’une protestante, l’autre catholique. Déjà en 1524 Érasme avait publié son „De libero arbitrio”²⁹⁾, auquel Luther, visé par le célèbre humaniste rotterdamois, avait répliqué l’année suivante — et Calvin se montrerait bientôt du même avis — par son „De servo arbitrio”³⁰⁾. Huygens lui aussi considère nos actions et nos pensées comme entièrement déterminées, de sorte que le libre arbitre n’est qu’une illusion³¹⁾. Généralement tous les „rerum eventus” sont „necessitate astricti”³²⁾.

Il en résulte que chez Huygens — autrement que chez Descartes — il n’y a aucune différence sous ce rapport entre les hommes et les (autres) animaux. Ce qu’il désapprouve chez Descartes (p. 731 qui suit) ce n’est donc pas de considérer les animaux comme des automates, mais seulement de les considérer comme des automates inconscients ou fort peu conscients, insensibles tant à la joie qu’à la douleur, ce qui — nous parlons surtout de l’insensibilité — est en effet, osons-nous dire, une opinion bien contraire au bon sens.

Quant aux deux autres points nommés par Descartes, nous observons 1. que Huygens ne parle nulle part d’une création „ex nihilo”, 2. que nous n’avons trouvé chez lui aucune réponse, directe ou indirecte, à la fameuse question: „Que vous semble-

²⁶⁾ T. III, p. 105.

²⁷⁾ Il est bien connu que vers la fin de sa vie Descartes convertit au catholicisme la reine Christine de Suède.

²⁸⁾ P. 218 du T. X de 1908 des „Oeuvres de Descartes” publiées par Ch. Adam et P. Tannery.

²⁹⁾ On peut aussi lire ce traité dans la traduction néerlandaise de 1612 („Erasmii Roterodami Tractat vanden Vrijen-wille Tegen D. Martinum Lutherum”, Tot Rotterdam, Matijs Bastiaensoon) ou dans celle de 1645 („Erasmus van Rotterdam. Van de Vrije-wil Tegen D. Martinus Luther”, t’ Amsterdam, Hendrick Maneke”).

³⁰⁾ Publié en traduction allemande en 1934: „Martin Luther Vom unfreien Willen”, herausg. v. Fr. W. Schmidt, Chr. Kaiser, München.

³¹⁾ § 10 (p. 515) de la Pièce „De rationi impervius” et § 12 (p. 528) de notre Appendice à cette Pièce.

³²⁾ § 11 de la p. 515.

t-il du Christ?"³³). Ce qu'il proclame volontiers (p. e. à la p. 715 qui suit) c'est qu'il y a dans l'esprit humain quelque chose de divin³⁴); ce quelque chose il l'indique par le mot „raison", la raison ne nous servant pas seulement pour opiner avec à-propos, mais aussi pour bien vivre³⁵). Rappelons-nous qu'en ce même dix-septième siècle un Pascal — tout en établissant au-dessus de „la grandeur des gens d'esprit" un „ordre de sainteté" et des „mouvements de charité"³⁶) — n'hésitait pas à écrire: „Toute notre dignité consiste . . . en la pensée . . . Travaillons donc à bien penser; voilà le principe de la morale"³⁷).

On a vu plus haut³⁸) que suivant Huygens la „sapientia" et la „animi magnitudo" peuvent être considérées comme des dons de Dieu.

Le protestantisme de Huygens, coïncidant ici avec ce qu'on a voulu appeler la libre pensée, l'amène à déplorer le manque de liberté, en matière de cosmologie, tant de Riccioli (p. 695, note) que d'Athanase Kircher (p. 771).

Mais Huygens se sent-il tout-à-fait libre lui-même? Nous voulons dire: libre d'exprimer ses opinions. Au début du *Cosmotheoros* nous le voyons soucieux de démontrer qu'admettre l'existence d'êtres raisonnables sur les autres planètes n'est pas contraire à l'Ecriture sainte³⁹). Il y parle du livre de la Genèse comme d'une autorité infaillible qu'il s'agit seulement de bien *interpréter*. Il est impossible, suivant ses pa-

³³) Evangile selon S. Mathieu, Ch. 22, vs. 42.

³⁴) Voyez aussi la l. 13 de la p. 343 du T. XV ainsi que la première ligne de la p. 366 qui précède, et comparez — note 10 de la p. 172 — l'expression „divinum ingenium" dont se sert Cicéron en parlant d'Archimède.

³⁵) P. 717. Il est vrai qu'en 1660 il écrivait à Tacquet (T. III, p. 105): „non tam ratione duce quam Spiritus Sancti auxilio in rectam viam nos dirigi".

³⁶) Fragment 793 (Sect. XII, p. 230) du T. XIV des „Oeuvres de Blaise Pascal suivant l'ordre chronologique" par L. Brunschvicg, Paris 1904.

³⁷) Fragment 347 (Sect. VI, p. 262) du T. XIII de la même édition.

³⁸) § 14 de la p. 516 qui précède.

³⁹) De même que d'autres auteurs de ce temps s'efforcent de faire voir qu'il n'est pas contraire à l'Ecriture d'admettre le système de Copernic; p. e. D. Rembrantsz. van Nierop dans son traité de 1661 „Des aertrijcks beweging ende sonne stilstant, bewijzende dat dit geensins met de Christelijke religie is strijdende". Voyez aussi la note 2 de la p. 542 qui précède.

roles, que ce livre enseigne, quoique le texte semble le dire, que toutes choses auraient été créées pour l'homme „quia id absurde diceretur”⁴⁰). Il est bien évident, nous semble-t-il, que Huygens ne veut pas dire *ouvertement* que toutes choses, à son avis, n'ont pas été créées pour l'homme — comparez le § 8 de la p. 351 qui précède — *quoique le livre de la Genèse le dise clairement*: en juillet 1693 il écrit à Constantijn au sujet de l'„Archæologia” de Thomas Burnet: „j'y ay trouvé, qu'il soutient bien ouvertement que Moïse a donné l'histoire de la creation du monde non pas selon la verité, mais selon la capacité des Juifs de son temps”⁴¹) . . . je m'estonne de la hardiesse de Burnet . . .⁴²).

Il faut toujours se rappeler, en lisant certaines parties du „Cosmotheoros” — mais voyez cependant le § 5 de la p. 556 qui précède — qu'il s'agit ici d'un écrit populaire quoiqu'affûrement Huygens exprime une conviction bien sincère en insistant — voyez p.e. l'Appendice IV qui suit — sur l'impossibilité de la genèse d'êtres organiques par l'effet du hasard. Puisqu'il croyait savoir — ou du moins qu'il jugeait *fort probable*, attendu qu'en physique nous n'atteignons jamais *la certitude*⁴³) — que tout phénomène (voyez p. e. le deuxième alinéa de la p. 461 qui précède) est dû à des collisions

⁴⁰) Comparez Descartes, Principia Philosophiæ, Pars Tertia, C. III: Quamvis enim in Ethicis sit pium dicere, omnia à Deo propter nos facta esse, ut nempe tantò magis ad agendas ei gratias impellamur . . . nequaquam tamen est verisimile, sic omnia propter nos facta esse, ut nullus alius sit eorum usus; essetque planè ridiculum & ineptum id in Physica consideratione supponere; quia non dubitamus, quin multa existant, vel olim extiterint, jamque esse desierint, quæ nunquam ab ullo homine visa sunt aut intellecta, nunquamque ullum usum ulli præbuerunt”.

⁴¹) A la p. 279 de son livre Burnet dit du „stylus” de Moïse: „quandoque sese accommodans ad populi captum, quandoque ad occultiorem veritatem”.

⁴²) T. X, p. 455, où il est aussi question du Cardinal de Cuse.

En janvier 1695 (T. X, p. 703) Huygens écrit à propos du livre de Burnet: „Il semble par la préface de ce livre qu'il avoit dessein de faire quelque Traité du mesme sujet que le mien”. On lit en effet dans la „Præfatio ad Lectorem” des „Archæologiæ philosophiæ (sive doctrina antiqua de rerum originibus) libri duo” de 1692: „Animus mihi erat, post exactam *Telluris Theoriam*, cui jam ultimam manum adjecimus: *Mundi Aspectabilis Theoriam* conscribere . . . ut Operum Dei magnitudinem, ordinemque: & quibus reguntur legibus, illis pro virili exponerem . . . Quid inter Stellaras, Lucidas & Opacas, Fixas & Errantes, intersit: Et quæ sit utriusque origo, & quatenus in singulis habitetur, secundum rationes probabiles . . . Jactant enim [Philosophastri] apud ignaros, explicari posse sine Numine, vel ut aiunt, mechanicè, totam rerum naturam. Quo nihil mendax magis, aut absurdius”.

Voyez, à la p. 566 qui précède, une autre citation du même livre.

⁴³) P. 689.

de fort petites particules infiniment dures⁴⁴), il était donc aussi sincèrement persuadé qu'*au commencement* il doit y avoir eu, pour la terre p. e., une véritable *création*⁴⁵) d'êtres vivants (qu'il faut appeler miraculeuse, si tout ce qui n'est pas dû aux dites collisions est qualifié miracle).

Dans le *Cosinotheoros* — voyez la fin du Livre II — Huygens s'abstient de conjectures sur la cosinogonie; il n'est donc pas étonnant qu'on n'y trouve pas le mot „progressus” de la p. 558 qui précède sur lequel nous avons attiré l'attention à la p. 535. On serait d'ailleurs sans doute bien téméraire en concluant de ce seul mot qu'il croyait fermement à une (ancienne) „évolution créatrice”, pour employer l'expression qui constitue le titre de l'ouvrage bien connu de 1907 (fort souvent réimprimé) de H. L. Bergson.

Il est évident qu'il n'aurait pas écrit son traité s'il n'avait pas été d'avis — tout aussi bien que Cicéron p.e. — que la constitution du monde suggère l'existence d'une puissance intelligente. Cette puissance il la désigne tantôt par le mot Dieu tantôt par le mot Nature, ou aussi — comme Aristote qu'il ne mentionne point mais dont l'influ-

⁴⁴) On a vu plus haut (p. 364, note 49) que suivant le poète Lucrèce ceci n'est pas vrai dans le cas du développement des „semina” (ni d'ailleurs pour la pesanteur). Pour compléter notre note de cette page nous ajoutons que Lucrèce admet le libre arbitre de l'homme: il est d'avis que la volonté humaine peut, pour ainsi dire, aller contre la nature des choses. De rerum natura Lib. II vs. 277 et suiv.:

Iamne vides igitur, quamquam vis externa multos
pellat et invitos cogat procedere saepe
præcipientesque rapi, tamen esse in pectore nostro
quiddam quod contra pugnare obstareque possit?
cuius ad arbitrium quoque copia materiai
cogitur interdum flecti per membra per artus
et proiecta refrenatur retroque residit.

Comparez Oliver Lodge „Life and Matter” (2^{ième} éd. London, Williams and Norgate, 1909) p. 44: „We *can* drift like other animals, and often do; but we can also obey our own volition”.

Huygens, lui, parle autrement („Discours de la Cause de la Pesanteur”, l. 16—18 de la p. 461 qui précède).

⁴⁵) Voyez cependant ses remarques sur le verbe „creer” dans les lignes 17—21 de la p. 526 qui précède. Et consultez sur le mot „commencement” la note 10 de la p. 514.

ence sur Cicéron est bien connue⁴⁶) — par l'expression Dieu et la Nature⁴⁷). Ovide, au début des *Métamorphoses*⁴⁸), disait en parlant de la création (non pas du néant mais du chaos) „deus et melior natura”.

Outre ceux qui voudraient opposer à ce qu'on peut appeler le monde de Bruno l'autorité de certains textes de l'Écriture, Huygens combat aussi ceux qui voudraient entraver le développement de l'astronomie en disant que, puisque rien de tel n'a été révélé, on fait preuve de trop de curiosité en s'adonnant à des recherches de ce genre : déjà dans l'Appendice II, sans doute antérieur à la composition de son ouvrage, il nous apprend qu'à son avis „il ne faut pas craindre qu'en attrapant les raisons on cesse d'admirer les choses”.

S'il est vrai que la question des planétaires occupe la majeure partie du premier livre du „Cosintheoros”, il nous semble (cela ressort d'ailleurs déjà de ce que nous avons observé jusqu'ici) que ce n'est pourtant pas uniquement pour apprendre à connaître les vues de Huygens sur cette matière qu'il faut le lire; ce qui n'est pas moins intéressant, ce sont ses remarques sur le monde terrestre.

Avant de disparaître de la scène — comparez la note 9 de la p. 520 qui précède — il a apparemment voulu faire entendre que, s'il n'avait écrit que sur un nombre restreint de sujets, il l'était cependant intéressé, ne fût-ce que comme spectateur — et ceci n'est-il pas applicable à chacun de nous? — à beaucoup d'autres choses. Voyez p.e. ses énumérations de divers genres d'animaux et de plantes, ses aperçus sur le commerce et l'industrie, son éloge de l'anatomie, de la peinture contemporaine etc.

⁴⁶) Cicéron connaissait les dialogues d'Aristote perdus depuis. Werner Jägers s'exprime comme suit („Aristoteles, Grundlegung einer Geschichte seiner Entwicklung”, Berlin, Weidmann, 1923, p. 27): „Alle Akademiker haben Dialoge geschrieben, keiner so zahlreiche und bedeutende wie Aristoteles . . . Aus den erhaltenen Trümmern seiner Gespräche, den Imitationen der Späteren, von denen besonders Cicero lebendig an ihn anknüpft, und den Berichten des Altertums schliessen wir, dass Aristoteles der Schöpfer einer neuen Art des literarischen Gesprächs war, des wissenschaftlichen Diskussionsdialogs”.

Voyez encore sur Aristote et Cicéron la note 5 de la p. 768 qui suit.

⁴⁷) Ὁ θεὸς ὁμοῦ καὶ ἡ φύσις ὁμόθεν μάλιστα ποιοῦσιν. De Caelo I. 4.

⁴⁸) Voyez sur l'oeuvre d'Ovide la note 44 de la p. 740 qui suit.

En parlant de la musique hypothétique des planétiens, il s'écarte même délibérément de son sujet en intercalant deux paragraphes sur des questions musicales spéciales.

Sur plusieurs points nous le voyons combattre Descartes. D'abord dans la question des tourbillons sur laquelle nous nous sommes suffisamment étendu dans quelques Avertissements précédents; ensuite dans celle de l'existence ou non-existence de la conscience et du sentiment chez les animaux, étroitement liée, nous l'avons dit, au problème du libre arbitre; dans la „théorie de l'origine des comètes, et aussi de celle des planètes, et du monde” (p. 820); dans le fait que Descartes dans son „Monde” ne dit pas que la création d'organismes suppose une „singulière action” de Dieu; enfin (p. 753) dans la question de savoir pourquoi dans la musique la succession de deux octaves ou de deux quintes est fautive. Huygens a cru devoir omettre ici son opinion que l'existence de Dieu ne peut être prouvée, comme le veut Descartes, par des raisonnements sur le fini et l'infini⁴⁹⁾, mais il fait clairement entendre que pour lui-même — comme pour Leeuwenhoek et Swammerdam — le grand argument en faveur de l'existence de Dieu, c'est le livre de la nature.

Notons que pour Huygens il n'existe apparemment pas — comme pour Luther et Calvin — un puissant antagoniste de Dieu, un prince du mal. Il entreprend (p. 715) la justification du mal comme une chose nécessaire au progrès. C'est une théodicée, peut-on dire, quoique plus brève que celle de Leibniz. Ceci le conduit aussi, tout en se montrant pacifiste en d'autres endroits⁵⁰⁾, à vanter l'utilité des guerres et calamités, ainsi que celle de beaucoup d'autres malheurs, puisque seule la nécessité la plus stricte a pu conduire à l'invention de bien des choses utiles. Il n'y a chez lui aucune trace de la sentimentalité qui ne veut pas voir la lutte universelle pour l'existence et les progrès qui résultent précisément de cette lutte. D'autre part il vante la vie pacifique en société et tous les avantages et plaisirs qui en découlent parmi lesquels, pour lui, l'application aux sciences contemplatives est un des principaux. À la p. 729 nous le voyons aussi mentionner fort brièvement l'inégalité des races: on peut — comme

⁴⁹⁾ Voyez le § 8 de la p. 526 qui précède.

⁵⁰⁾ P. 806 qui suit: Puissent nos Rois et Monarques apprendre cela [savoir: la petitesse de notre terre] et en tenir compte, afin qu'ils sachent de combien peu d'importance est ce qu'ils se proposent lorsqu'ils s'évertuent de toutes leurs forces, au grand mal de beaucoup d'hommes, à s'emparer de quelque coin de la terre.

pour différents genres d'animaux — dire „non absurde” de ceux qui chez nous ont la „figuram hominum” qu'ils font „dispari rationis vi”. Là où il se montre adverfaire de la guerre, Huygens parle apparemment surtout de guerres dues — ou supposées dues — uniquement à l'irraisonnable ambition, au caprice peut-on dire, de souverains désireux d'étendre leurs empires⁵⁰).

Notons aussi que Huygens tient apparemment compte de notre goût pour les aventures, de l'ennui qui résulterait d'une prospérité permanente, puisqu'il dit⁵¹) que, si peut-être sur une autre planète — ce qui lui paraît d'ailleurs invraisemblable — le mal, dont il a montré l'utilité pour l'avancement des arts, n'était pas mêlé au bien, seul existant: „et même s'il n'y en avait point [c.à.d. point d'utilité], nous n'aurions cependant pas de cause pour préférer leur condition à la nôtre”⁵²).

Dans la partie purement astronomique de son ouvrage, Huygens exprime d'une part son admiration pour Kepler — et Newton — appelant p.e. Kepler le grand instaurateur de l'astronomie⁵³); mais ni le *mysterium cosmographicum* „songe né de la philosophie de Pythagore et de Platon”⁵³) ni d'autres rêves ou hypothèses de Kepler ne trouvent grâce à ses yeux: comparez les p. 350 (§ 5) et 361 (§ 34) qui précèdent, ainsi que le § 13 de la p. 188.

Dans le § 27 des „Pensées meslées” Huygens rappelait que dans le „Systema Saturnium” de 1659 il avait pris „la distance du soleil de mille diamètres [terrestres] plus grande qu'aucun ne l'eût posée.” Voyez aussi sur ce sujet la p. 308 qui précède, où nous avons observé que la valeur de cette distance (12543 diamètres terrestres) laquelle correspond à une parallaxe horizontale du soleil de 8", 2, est à peu près exacte quoique basée sur une hypothèse hardie. Huygens comprenait fort bien qu'une confirmation par la mesure de la parallaxe soit du soleil soit d'une planète était désirable. Ce ne fut que plus de dix ans après 1659 que Cassini (voyez le § 27 nommé, ainsi que le § 44 de la p. 365) parvint à mesurer celle de Mars. Par conséquent (comparez la

⁵¹) Voyez le texte latin à la p. 747 qui suit.

⁵²) Comparez le § 15 de la p. 520 qui précède.

⁵³) P. 812 et 810.

note 5 de la p. 46 qui précède) Huygens adopta en ce temps (note 4 de la p. 410) la valeur $10''18'''$ pour la parallaxe du soleil. Peu de temps après Flamsteed (voyez la p. 331 qui précède et l'Appendice VIII qui suit) trouva, d'après les mesures à lui de la parallaxe de Mars, que celle du soleil ne peut être supérieure à $10''$, d'où résulte que la distance du soleil ne peut être inférieure à 10250 diamètres terrestres. C'est pourquoi Huygens écrit à la p. 693 du Lib. I du *Cosmotheoros* „decem vel duodecim millia Terræ diametrorum”. Dans le Lib. II (p. 783) il écrit „decem vel undecim . . .” d'après Cassini et Flamsteed, rappelant en même temps avoir trouvé lui-même „duodecim mille . . . probabili conjectura”. Comparez le § 5 de la p. 411 qui précède. Il ne pouvait savoir qu'après tout sa parallaxe à lui, donc aussi la distance correspondante, était la meilleure des trois. Toutefois à la p. 805 qui suit il écrit simplement „duodecim millia”.

En 1691⁵⁴⁾ il écrivait „qu'il l'en faut beaucoup que ces conclusions [celles de Cassini et Picard] pour les distances de Mars ne soient aussi certaines ni si déterminées que celles qui mettent la Lune à 30 diamètres de la Terre”.

Tycho Brahé avait cru que la parallaxe du soleil est d'environ $3'$ ⁵⁵⁾. Kepler, après lui, écrivait⁵⁶⁾: „Non est Sol vicinior 230 semidiametris terræ . . . At inter 700 et 2000 semidiametros . . . nondum videtur certus aliquis numerus demonstratus”, comme le rappelle Riccioli dans le Cap. VII („De Solis à Terra Distantia”) du Lib. III de son „*Almagestum novum*” de 1651. Malgré Huygens, Cassini et Flamsteed, Newton en 1687 — voyez le § 2 de la p. 409 qui précède — écrit $20''$ pour la parallaxe du soleil⁵⁶⁾, d'où résulte (l. 9 d'en bas de la p. 477) une distance du soleil de 5000 diamètres terrestres seulement. Il est évident que Huygens n'a pu tenir aucun compte de cette valeur. Plus tard Newton prendra $10''$ avec Flamsteed⁵⁷⁾.

Dans le *Cosmotheoros*, comme dans la *Descriptio automati planetarii*, Huygens donne aux diamètres apparents des planètes les valeurs qu'il avait déterminées dans

⁵⁴⁾ T. X, p. 180.

⁵⁵⁾ Kepler, Cap. XI („De parallaxibus stellæ Martis”) de la Pars Secunda de son „*Astronomia nova*” de 1609.

⁵⁶⁾ Prop. VII, Theor. VIII du Lib. III des „*Philosophiæ naturalis principia mathematica*” de 1687.

⁵⁷⁾ P. 17 de son „*De mundi systemate*” de 1728. D'ailleurs dans la deuxième édition, de 1715, des „*Principia*” l'erreur avait déjà disparu. Newton y prenait à bon droit le diamètre de la terre deux fois plus petit par rapport à celui du soleil que dans la première édition et disait: „parallaxis Solis ex observationibus novissimis quasi $10''$.”

sa jeunesse et publiées dans le *Systema Saturnium*. Seule la planète Mercure n'avait pas été mesurée. Nous avons dit plus haut⁵⁸⁾ — et auparavant dans le T. XV — que ces valeurs, et celles qui en résultent pour les dimensions des planètes comparées à celle du soleil, sont loin d'être exactes. Nous ne pouvons donc nous déclarer d'accord avec lui là où il avance⁵⁹⁾ — nous avons déjà cité cette affirmation à la p. 19 qui précède — que les „lamellæ” employées par lui ne sont pas moins bonnes pour ces mesures que les micromètres ultérieurement construits. Dans son „*De mundi systemate*” de 1728 Newton dit à bon droit⁶⁰⁾ „quod Hugenius latitudine obstaculi quod lucem omnem interciperet, majores exhibuit Planetarum diametros quam ab aliis Micrometro definitum est: nam lux erratica recto Planetâ latius cernitur, radiis fortioribus non amplius obscurata.”

Les rapports des diamètres des planètes (autres que la terre) à celui du soleil sont d'après le *Cosinotheoros* pour

Mercure	Vénus	Mars	Jupiter	Saturne	Anneau de Saturne
1 : 290	1 : 84	1 : 166	1 : 5,5	1 : 7,6	1 : 3,4

tandis que les vraies valeurs sont

1 : 295	1 : 112	1 : 202	1 : 9,8	1 : 11,6	1 : 5,4
---------	---------	---------	---------	----------	---------

Comparez sur Saturne les deux premiers alinéas de la p. 32 qui précède.

Seul, le diamètre de Mercure est à fort peu près correct. Voyez sur lui les p. 622 et 624 qui précèdent ainsi que l'Appendice XI qui suit. Le rapport 1 : 290 a été calculé par Huygens d'après une observation d'Hevelius qui avait trouvé pour la planète considérée une grandeur apparente de 11"48''' à une distance de 55699 diamètres terrestres, 101007 diamètres terrestres étant la distance de la terre au soleil. Hevelius lui-même s'était trompé dans son calcul.

Les distances des satellites de Jupiter et de Saturne à ces planètes, et leurs périodes (p. 781) ont été empruntées par Huygens à Cassini comme il le dit et comme le fait voir aussi l'Appendice X. Il nous semble inutile d'énumérer ici les satellites (ou les planètes primaires) découverts plus tard. À propos de Mars, Huygens écrit simple-

⁵⁸⁾ P. 199.

⁵⁹⁾ P. 697.

⁶⁰⁾ P. 20.

ment que cette planète n'a pas de lunes; mais dans le cas de Saturne il prévoit qu'on en trouvera encore d'autres⁶¹).

Nous avons dit, à la p. 178 du T. XX, qu'on ne trouve rien sur la question des marées ni dans le Discours de la Cause de la Pesanteur ni dans le Cosmotheoros. Ceci est vrai pour le Discours; et aussi, si l'on veut, pour le Cosmotheoros, puisque Huygens n'exprime aucune opinion personnelle sur leur cause. Il se borne à dire, tant à la p. 795 que dans l'Appendice V, qu'il est difficile d'admettre que la lune servirait uniquement, ou presque uniquement, à „cierre” le flux et reflux de la mer. Comparez ce que nous avons dit à la p. 495 qui précède sur l'impossibilité, pour lui, d'approuver expressis verbis le calcul de Newton sur le mouvement périodique de l'axe de la terre qui donne lieu à la précession des équinoxes. Toutefois, comme Newton n'avait pas affirmé que les forces inversement proportionnelles aux carrés des distances ne peuvent être expliquées mécaniquement, Huygens s'abstient dans le Cosmotheoros de toute critique de la pensée de son illustre rival, tandis que dans le Discours il avait encore cru devoir mentionner qu'il voyait une difficulté dans l'hypothèse générale de forces de ce genre exercées par toutes les particules matérielles les unes sur les autres. Il nous paraît cependant bien certain qu'en 1694 et 1695 aussi il n'accepte pas cette hypothèse.

En disant (p. 819) que ce qui retient les planètes dans leurs orbites c'est la „gravitas eorum Solem versus”, il eût pu ajouter — comme il l'avait fait dans le Discours — qu'il tenait cette idée de Newton, lequel il mentionne d'ailleurs un peu plus loin après avoir rappelé que tant Plutarque que Borelli — il eût aussi pu nommer Hooke — avaient été de cet avis⁶²).

Ce qu'il y a de nouveau dans le Cosmotheoros, c'est la détermination (p. 35) de la distance des étoiles les plus proches dont, il est vrai, il avait déjà été question dans les „Pensees meslees” de 1686 (§§ 15, 30, 47 et 56).

⁶¹) On a vu plus haut (§ 39 des „Pensees meslees”) qu'il jugeait également possible la découverte de nouvelles planètes primaires.

⁶²) Mais sans dire que les forces centripètes qui poussent les planètes vers le soleil sont en raison inverse des carrés de leurs distances à lui.

Supposant Sirius égale à notre soleil Huygens arrive à la conclusion, par le procédé plus amplement décrit dans l'Appendice IX de 1694, que Sirius est 27664 fois plus distante que le soleil. Or, nous savons maintenant que la clarté absolue de Sirius surpasse environ 30 fois celle de notre soleil, et que sa distance est de plus de $8\frac{1}{2}$ années-lumière. Si elle se trouvait à la dite distance 27664, c.à.d. à 0,46 année-lumière, elle ferait plus de 18 fois plus proche de nous qu'elle ne l'est en réalité. Mais si elle était égale au soleil, elle devrait être seulement environ $\sqrt[3]{30}$, c.à.d. 5,5 fois plus proche de nous. Le résultat de Huygens est donc loin d'être exact.

Au § 15 des „Pensées meslees” Huygens avait obtenu un meilleur résultat par la comparaison du soleil avec la lune, et de la lune avec Sirius (ou avec Jupiter, supposée également brillante). Il trouvait que le soleil nous éclaire 20736.10⁶ fois plus fortement que Sirius, ce qui donne $103\sqrt[3]{20736}$ ou 144000 pour le rapport de la distance de la terre à Sirius à la distance de la terre au soleil. Ceci correspond à 2,28 années-lumière pour la distance de Sirius, de sorte que celle-ci, supposée égale au soleil, ferait 3,9 fois plus proche de nous qu'elle ne l'est en réalité. Le nombre 3,9 est beaucoup plus proche de 5,5 que le nombre 18 de l'alinéa précédent.

Au § 47 des „Pensées meslees” Huygens prenait 100000, au lieu de 144000, pour le rapport de la distance „des fixes égales au soleil . . . les plus proches” à notre distance du soleil, ce qui correspond à 1,58 années-lumière pour la distance des dites étoiles fixes; Sirius (car pour Huygens elle est sans doute une des „plus proches”), supposée égale au soleil, ferait donc 5,6 fois plus près de nous qu'elle ne l'est en effet. On voit que, par hasard, cette évaluation-là était de beaucoup la plus exacte des trois.

D'ailleurs Huygens ne se propose évidemment que de calculer *l'ordre de grandeur* de la distance qui nous sépare des étoiles fixes les plus proches; en quoi l'on peut dire que, pour un premier essai, il n'a pas trop mal réussi.

Voyez aussi l'Appendice VII qui suit, lequel contient une autre évaluation grossière de la distance à laquelle notre soleil devrait se trouver pour paraître au firmament aussi brillant que Jupiter ou une étoile de première grandeur. Huygens a sans doute raisonné comme suit. Soit r la distance de Jupiter au soleil et ρ le rayon du disque de Jupiter sur la sphère à rayon r entourant le soleil. Jupiter reçoit donc une fraction $\frac{4\pi r^2}{\pi \rho^2}$ ou $\frac{r^2}{\rho^2}$ de sa lumière. On peut supposer que l'hémisphère de la planète tourné vers nous la reflète toute. L'émission totale ferait le double de cette quantité si l'autre hémisphère rayonnait de même. Or, en admettant qu'une étoile de première grandeur

paraît aussi brillante que Jupiter, et que la lumière totale émise par elle est égale à celle du soleil, elle nous enverra donc non pas $\frac{4r^2}{f^2}$ mais $\frac{2r^2}{f^2}$ fois autant de lumière que Jupiter; ce qui fera le cas lorsqu'elle est $\frac{r}{f} \sqrt{2}$ fois plus distante. Huygens calcule $\frac{\pi r}{2f}$ (le diamètre apparent de Jupiter étant, peut-on dire, le même vu de la terre que vu du soleil). Il trouve pour cette fraction la valeur 10800. Approximativement la fraction $\frac{r}{f} \sqrt{2}$ aura donc aussi cette même valeur. Plus précisément : l'étoile de première grandeur pourra être censée se trouver à une distance 10000⁶³⁾ fois plus grande que celle qui nous sépare de Jupiter. On aura remarqué que ce raisonnement n'exige aucune observation autre que celle du diamètre apparent de Jupiter.

Ce ne fut qu'en 1728 que Newton donna dans le „De mundi systemate” une évaluation du même genre. Supposant que Saturne réfléchit un quart de la lumière solaire qui tombe sur lui, il trouva „distantiam quâ sol luceret ut Fixa majorem esse quàm distantia Saturni quasi vicibus 100000”.

Considérant la structure du monde des étoiles, Huygens doit se borner à émettre l'hypothèse que les plus proches et celles qui leur succèdent ont toutes des distances du même ordre de grandeur les unes des autres: „ut non minora sint [spatia] deinceps a propioribus ad sequentes, quàm a sole ad istas.” Aujourd'hui, nul ne l'ignore, nous sommes énormément plus avancés.

Dans l'Appendice XII de 1695 Huygens traite d'un passage fictif de Vénus sur le disque du soleil. Halley, qui avait observé le passage de Mercure en 1677⁶⁴⁾, et qui est mentionné par Huygens tant dans l'Appendice X que dans l'Appendice XI, avait en 1691 exhorté les astronomes futurs à observer le passage de Vénus de 1769, pou-

⁶³⁾ Puisque $\frac{2}{\pi} \sqrt{2} \cdot 10800 = 9700$.

⁶⁴⁾ Voyez la note 7 de la p. 326 qui précède.

vant conduire à une mesure exacte de la parallaxe de cette planète et du soleil⁶⁵). Huygens tâche d'évaluer la grandeur de l'erreur résultant du fait qu'on ne peut déterminer avec une exactitude absolue les moments d'entrée et de sortie. Dans la Pièce de 1691, dont Huygens citait auparavant une partie⁶⁶), Wurzelbaur avait — comme Halley dans l'article de 1691⁶⁷) le fit après lui — en parlant de son observation de la transition de Mercure de 1690, attiré l'attention sur cette difficulté⁶⁸).

Dans notre note de la p. 582 du T. X nous avons mentionné diverses éditions et traductions du *Cosinotheoros*; à savoir la réimpression (Francfort et Leipzig) de 1704, la traduction néerlandaise de 1699, rééditée en 1717 (l'une et l'autre Rotterdam); la traduction française de 1702 (Paris); les deux anglaises de 1718 (Londres) et 1757 (Glasgow); l'allemande de 1767 (Zürich).

Nous devons ajouter que la traduction anglaise de 1718 avait paru pour la première fois, sous le même titre („The Celestial Worlds discovered" etc.) en 1698, donc presque simultanément avec l'édition latine originale; et qu'une réimpression de cette dernière parut à la Haye déjà en 1699 („editio altera") également chez A. Moetjens. À la p. 572 qui précède nous avons mentionné la traduction allemande de 1703 de Wurzelbaur, réimprimée en 1743.

Nous connaissons en outre une traduction française qui parut en 1718 à Amsterdam sous le titre „Nouveau traité de la pluralité des mondes, où l'on prouve par des raisons philosophiques que toutes les planètes sont habitées & cultivées comme notre Terre. Ouvrage composé par feu Monsr. Hughens, ci-devant de l'Académie Royale des Sciences. Traduit du Latin en François par M. D. [d'après une note au crayon dans l'exemplaire de la bibliothèque de l'Université de Leiden le nom semble être Dufour]. A Amsterdam, aux dépens d'Etienne Roger, libraire chez qui l'on trouve

⁶⁵) Comparez la note 4 de la p. 308 qui précède.

⁶⁶) P. 572 qui précède.

⁶⁷) „De visibili conjunctione inferiorum planetarum cum sole, dissertatio astronomica". Philos. Trans. No. 193.

⁶⁸) „Discus enim Solis eeu trans undam limpidissimam apparuit, ideoque limbum & ipsi appropinquans Mercurii corpus ob undulationem terminis præcis cernere non licuit: tandem cum limbi mutuo contactu se stringerent, in confinio lucis solaris exiens Mercurii corpus opacum rotunditatem suam, quam antea sub figura oblonga ostenderat, recuperavit, etc."

un assortiment général de musique. MDCCXVIII". Cette dernière traduction parut de nouveau en 1724 sous le titre „De la pluralité des mondes⁶⁹⁾), ouvrage dans le gout de celui de Mr. de Fontenelle sur le même sujet, mais où l'on établit, par des raisons philosophiques, & par des conjectures tout-à-fait vraisemblables, ce qu'il n'a proposé que comme un simple jeu d'esprit : traduit du latin de feu Mr. Chretien Huygens, de l'Académie Royale des Sciences, à la Haye, chez Jean Neaulme, MDCCXXIV". — Dans notre traduction du présent Tome nous n'avons tenu aucun compte des traductions françaises antérieures.

⁶⁹⁾ Comparez le titre de l'ouvrage populaire de 1862, souvent réédité, de Camille Flammarion (Paris): „La pluralité des mondes habités". Inutile de dire que tant de Fontenelle que Huygens y sont mentionnés.

CHRISTIANI
HUGENII
ΚΟΣΜΟΘΕΩΡΟΣ,

SIVE

De Terris Cœlestibus, earumque ornatu,

CONJECTURÆ.

AD

CONSTANTINUM HUGENIUM,

Fratrem:

GULIELMO III. MAGNÆ BRITANNIÆ REGI,
A SECRETIS.



HAGÆ-COMITUM,
Apud ADRIANUM MOETJENS, Bibliopolam.

M. DC. XCVIII.

Horat. Epist. 6. lib. 1.

*Hunc solem, & stellas, & decedentia certis
Tempora momentis, sunt qui formidine nulla
Imbuti spectent: quid censes munera terre
Quid maris extremos Arabas ditantis & Indos?
Ludicra quid, plausus, & amici dona Quiritis,
Quo spectanda modo, quo sensu credis & cre?*

LE COSMOTHEOROS

OU

CONJECTURES SUR LES TERRES CÉLESTES
ET LEUR ÉQUIPEMENT

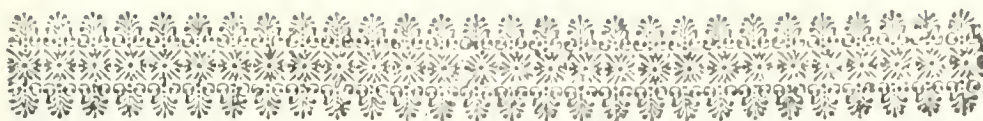
PAR

CHRISTIAN HUYGENS,

OUVRAGE DÉDIÉ À SON FRÈRE CONSTANTYN HUYGENS,
SECRÉTAIRE DE GUILLAUME III, ROI DE LA
GRANDE-BRETAGNE.

LIVRE I.

Il n'est guère possible, mon cher frère, qu'un adepte de Copernic, considérant la Terre que nous habitons comme une des Planètes en mouvement autour du Soleil et recevant de lui toute leur lumière, ne se figure parfois qu'il n'est pas déraisonnable d'admettre que, de même que notre Globe, les autres aussi ne soient pas dépourvus de culture et de parure, ni peut-être d'habitants. Surtout lorsqu'il a aussi égard à ce qui a été découvert au firmament après les jours de Copernic, savoir les Satellites de Jupiter et de Saturne, les montagnes et plaines de la Lune et beaucoup d'autres choses qui confirment grandement non seulement la vérité du système inventé par lui, mais aussi la ressemblance et la parenté de la Terre et des corps planétaires. Il me souvient, pour en donner un exemple, des nombreux entretiens que nous avons eus sur ce sujet, vous et moi, lorsque nous contemplions ensemble le ciel avec nos grandes lunettes, ce qui maintenant n'a plus pu avoir lieu durant plusieurs années à cause de vos occupations et de votre absence presque continuelle. Nous étions toutefois persuadés de ne pouvoir pas même espérer que jamais il serait possible de savoir quelles sont les œuvres de la nature en ces contrées et qu'il est donc vain de se poser cette question. Je n'ai en effet pu trouver aucun Philosophe ancien ou moderne qui ait tenté d'y répondre. Il est vrai que dès l'origine de l'Astronomie, aussitôt qu'on eut compris que la forme de la Terre est Sphérique et que l'éther l'entoure de toutes parts, il s'est vu des gens osant dire qu'il y a d'autres mondes dans les étoiles, d'innombrables mon-



CHRISTIANI HUGENII
COSMOTHEOROS,

SIVE

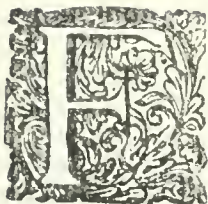
DE TERRIS CŒLESTIBUS, EARUMQUE ORNATU,
CONJECTURÆ.

AD

CONSTANTINUM HUGENIUM,

FRATREM.

LIBER I.



PERI vix potest, Frater optime, si quis cum Copernico sentiat, Terramque, quam incolimus, è Planetarum numero unum esse existimet, qui circa solem circumferantur, ab eoque lucem omnem accipiant; quin interdum cogitet haud a ratione alienum esse ut, quemadmodum noster hic Globus, ita cæteri quoque (p. 4). isti, cultu ornatuque, ac fortasse habitatoribus non vacent. Præsertim si ad ea quoque respiciat quæ post Copernici tempora in cælo deprehensa sunt; Comites nempe stellarum Jovis & Saturni, Lunæ montes camposque, & alia multa; quibus non solum veritas inventi ab illo systematis, sed & similitudo ac cognatio, Terram inter & Planetarum corpora, magnopere confirmatur. Itaque & nobis, cum prælongis Telescopiis sidera unà speculareretur; quod jam per multos annos, propter occupationes tuas & continuam sere absentiam, non licuit; sæpius ea de re sermones habitos memini. Qualia vero essent, quæ in istis regionibus extarent Naturæ opera, id ne sperandum quidem esse ut unquam sciri possit, frustra proinde quæri, certo credebamus. Neque vero aut a præcis Philosophis, aut a recentioribus quidquam ejusmodi tentatum fuisse comperi. Nam inter illos quidem, jam ab

des même ¹⁾. Quant aux auteurs postérieurs tels que le Cardinal de Cuse, Bruno et Kepler, dont le dernier écrit que tel était aussi le sentiment de Tycho Brahé, ils ont sans doute attribué des habitants aux différentes Planètes, le Cardinal de Cuse et Bruno même au Soleil et aux étoiles fixes ²⁾. Mais ni les uns ni les autres n'ont apparemment fait une sérieuse recherche sur ces habitants, et la même remarque s'applique à l'auteur Français qui a récemment publié un ingénieux dialogue sur la pluralité des Mondes ³⁾. Quelques-uns d'entr'eux ont seulement inventé, par plaisanterie, certaines fables sur les peuples de la Lune, lesquelles ne sont pas beaucoup plus vraisemblables que celles de Lucien que vous connaissez ⁴⁾. Je compte parmi celles-ci les fantaisies de Kepler dont il a bien voulu nous amuser dans son rêve *Attronomique* ⁵⁾. Mais pour moi qui ne me juge nullement doué d'une perspicacité supérieure à celle de tant d'hommes éminents, mais seulement privilégié en tant que né après eux — à une exception près ⁶⁾ —, il me parut, lorsque j'eus commencé il y a quelque temps à méditer sur ces sujets avec plus de diligence, que les routes conduisant à la connaissance de choses si éloignées ne sont pas absolument barrées, qu'il y a là au contraire une abondante matière à de vraisemblables conjectures. Je me proposai ensuite de réduire en bon ordre les dites conjectures sur ces sujets notées dans mes journaux comme elles s'étaient présentées spontanément, et de vous les exposer en y ajoutant quelques chapitres sur le Soleil, les Étoiles fixes et les dimensions du monde dont notre Système entier est une fort petite particule. Considérant votre zèle à prendre connaissance de tout ce qui regarde les corps célestes, je pense que vous lirez volontiers le traité que j'en ai fait. Ce que je puis affirmer sans réserve, c'est que sa composition fut un plaisir pour moi; mais ici, comme dans beaucoup d'autres occasions, j'ai fait l'expérience, et cette

¹⁾ Ceci s'applique sans doute à Démocrite (voyez la p. 351 qui précède) au sujet duquel il faut cependant observer — comme nous l'avons fait aussi à la p. 179 du T. XX — qu'il ne croyait pas à la sphéricité de la terre.

²⁾ Voyez sur le Cardinal de Cuse la note 68 de la p. 369 qui précède. Dans le „Dialogo quinto” du traité de Giordano Bruno „De l'infinito universo e mondi” nous lisons à propos des étoiles: „Or questi sono li mondi abitati e colti tutti da gli animali suoi, oltre ch'esse son li principalissimi e più divini animali de l'universo”.

Dans une lettre du 30 novembre 1607 à Brengger (I. p. 304 dans la traduction de M. Caspar et W. von Dyck „Joh. Kepler in seinen Briefen”) Kepler écrit: „Nach meiner Ansicht findet sich auf den Sternen [c. à. d. les planètes, comparez la note 22 de la p. 584 qui précède] auch Feuchtigkeit, sowie Gegenden, die von den Ausdünstungen der Feuchtigkeit berieselt werden, daher auch lebendige Geschöpfe, denen diese Zustände zum Nutzen gereichen. Auch hat nicht nur der unglückliche Bruno, der in Rom auf glühenden Kohlen geröstet wurde, sondern auch der verehrte Brahe die Ansicht gehegt, dass es auf den Sternen Bewohner gibt. Ich folge dieser Ansicht umso lieber, da ich ja mit Aristarch behaupte, dass die Erde mit den Planeten auch die Bewegung gemeinsam hat”.

³⁾ De Fontenelle; voyez la note 10 de la p. 343 qui précède.

ipso Astronomiæ exortu, cum primum Sphæricam esse Terræ formam intellectum est, eamque undique æthere cingi, suere qui auderent alios esse in sideribus mundos, imo innumerabiles dicere ¹⁾. Postiores vero, ut Cardinalis Cusanus, Brunus, Keplerus, qui & Tychonem Braheum idem sentisse scribit, Planetis quidem incolas suos tribuerunt; Cusanus & Brunus etiam Soli, & stellis inerrantibus ²⁾: nihil tamen ulterius aut hi aut illi quævisse inveniuntur; neque etiam nuperus auctor Gallicus dialogi ingeniosi de Mundorum multitudine ³⁾. Tantum fabulas quasdam de Lunæ populis nonnulli contexuerunt, animi causâ, Lucianicis, quas nosti, haud multo verisimiliores ⁴⁾. Nam & Keplerianas his annuero, quibus ille in somnio Astronomico ludere voluit ⁵⁾. Mihi vero, qui tot viris egregiis nequaquam me perspicaciorem esse existimo, sed eo feliciorem, quod post illos tantum non omnes ⁶⁾, natus sum: cum ab aliquo tempore diligentius ista meditari cœpisssem, visum est non prorsus obseptas esse, de rebus tam procul disitis, inquirendi vias, sed verisimilibus conjecturis abunde materiam præberi. Quas conjecturas meas, prout sese subinde obtulerunt, in adversariis annotatas, nunc in ordinem redigere, tibi exponere volui; atque aliquid etiam adjicere de Sole, stellisque inerrantibus, & mundi magnitudine, cuius particula quædam minima est totius Systematis nostri complexus. | Et hæc quidem, pro solito tuo res superas cognoscendi studio, libenter te lecturum arbitror. Mihi certe scribere ea jucundum fuit;

⁴⁾ Voyez sur Lucien la fin de la note suivante.

⁵⁾ „Joh. Keppleri Mathematici olim Imperatorii Somnium, seu Opus posthumum de astronomia lunari, divulgatum à M. Ludovico Kepplero filio, med. cand.” (impr. partim Sagani Silesiorum, absolutum Francofurti. etc. 1634). Comme dans le Rêve lui-même, Kepler parle des habitants de la lune dans son „Appendix Geographica. seu mavis, Selenographica”, ainsi que dans les „Notæ”. Dans l’„Appendix”, après avoir parlé des „oppida lunaria” et de la manière dont les habitants construisent les grands „valla” ronds que le télescope nous permet de voir, il finit par dire „Sed hæc Indiera sunt”. Mais dans les „Notæ”, qui paraissent sérieuses, il dit p.e. p. 89: „Ex præmissa concludendum videtur, in Luna creaturas esse viventes, rationis ad ordinata ista faciendæ capaces”. À la p. 30 du „Somnium” Kepler fait mention du passage de Lucien où celui-ci „ultra columnas Herculis . . . rapitur ventorum turbinibus cum ipsa navi sublimis & Lunæ invehitur”. Il est question du dialogue de Lucien intitulé „Icaromenippus (Ἰκαρομένηπιππος ἢ ὑπερσπένδιος)”.

⁶⁾ De Fontenelle, né en 1657, était plus jeune que Huygens.

fois fort littéralement, de la vérité de la sentence suivante d'Archytas: *Si quelqu'un était monté au ciel et qu'il avait appris à connaître de vue la nature du monde et la beauté des astres, son émerveillement (qui sinon serait fort délectable) lui ferait peu de plaisir s'il n'y avait personne à qui il pourrait tout raconter*⁷⁾. Je voudrais bien, pour ma part, être en état de communiquer mes pensées non pas à tout-le-monde, mais pouvoir choisir, outre vous, les lecteurs qui me conviendraient, savoir ceux qui ne sont étrangers ni à la science Astronomique ni à la Philosophie raisonnable: de cette façon je pourrais être fort assuré que mes lecteurs approuveraient mes efforts, que malgré leur nouveauté toute défense serait superflue. Mais comme je prévois que ces pages tomberont aussi dans les mains de gens moins instruits et que d'un autre côté elles subiront peut-être des jugements assez sévères, j'estime qu'il ne sera pas mauvais de tâcher ici déjà d'écarter les objections des uns et des autres.

Réponse aux objections possibles de gens peu instruits.

Il y aura d'abord des gens, n'ayant fait aucune étude de la Géométrie ou des Mathématiques, qui jugeront notre entreprise vaine et ridicule. Il est incroyable à leur avis que nous serions en état de mesurer les distances ou les grandeurs des Astres. D'autre part ils estiment qu'on attribue à tort du mouvement à la Terre ou du moins que l'existence de ce mouvement n'a pas encore été démontrée. Il ne faut donc pas s'étonner s'ils considèrent comme des songes et des enfantillages tout ce qui est bâti sur de pareils fondements. Que leur dirons-nous, sinon qu'ils feraient d'un autre avis s'ils s'étaient appliqués à ces sciences ainsi qu'à la contemplation de la nature. Nous savons fort bien qu'en grande majorité ils n'ont pas eu l'occasion de faire ces études, soit parce qu'ils y étaient peu aptes soit qu'ils n'en avaient pas les moyens, soit enfin qu'ils étaient appelés à s'occuper d'autres affaires, les leurs ou celles de l'état. Nous ne les blâmons donc en aucune façon; mais s'ils croiront devoir désapprouver notre application à ces choses, nous faisons appel à des juges plus éclairés.

Que nos conjectures ne sont pas incompatibles avec l'Ecriture Sainte.

Il y aura d'autres gens dont les discours tendront à prouver, lorsqu'ils nous verront disserter sur des Terres et des animaux même raisonnables, que ce que nous tâchons de rendre vraisemblable est contraire à l'Ecriture Sainte, attendu qu'il n'y est aucunement question de la création ou de l'existence de ces animaux-là, mais qu'on y trouve plutôt ce qui ferait conclure à leur non-existence. Ils diront que l'Ecriture ne fait mention que de cette Terre-ci avec ses animaux et ses plantes, et l'homme qui en est le seigneur⁸⁾. Je leur réponds, ce que d'autres ont fait avant moi, qu'il est bien

7) C'est Cicéron qui attribue cette sentence à Archytas dans son „*Lælius de Amicitia Liber*”, § 88.

8) C'est ainsi que Schott, dans son Scholium VII de la p. 94 de l'édition de l'ouvrage de Kircher mentionnée dans la note 1 de la p. 764 qui suit, intitulé „*An sint homines, animalia, plantæ, in Luna, aut in aliis planetis, & astris*”, avait écrit: „*Contraria Sententia, negans Lunæ & aliorum astrorum incolas, communis est, & omnino tenenda, utpote Scripturæ Sacræ magis consona*”.

utque sæpe aliàs, ita nunc, velut in re ipsa, verum esse expertus sum illud Archytæ; *Si quis in cælum ascendisset, naturamque mundi & pulchritudinem siderum perspexisset, insuavem illam admirationem ei futuram, (quæ alioqui jucundissima fuisset) nisi aliquem cui narraret habuisset*⁷). Utinam vero hæc nostra narrare non omnibus possem, sed præter te lectores arbitrato meo deligere liceret, qui nec Astronomicæ scientiæ, nec Philosophiæ melioris rudes essent; quibus facile conatus hosce probatum iri, nec, propter novitatem, defensione opus habituros considerem. Quia vero & in imperitorum manus venturos provideo, & fortassè quorundam severiora iudicia subituros, puto non abs re fore ut utrorumque reprehensiones jam hinc repellere coner.

Atque erunt quidem, qui cum Geometriam aut Mathematicas nunquam attigerint, omnino vanum ac ridiculum hoc inceptum nostrum censebunt. Incredibile enim iis videtur, ut Siderum distantias, aut quæ sit magnitudo eorum, metiri possimus. Tum vero motum huic Terræ aut falso adscribi existimant, aut nequaquam adhuc probatum esse. Quare nihil mirum, si, quæ talibus fundamentis exstruuntur, pro somniis nugisque sint habituri. Quid vero his dicemus, nisi aliter sensuros si disciplinis istis, naturæque rerum contemplandæ, operam dedissent. Hoc vero longe plurimis non lieuisse scimus, vel quod ad ea parum ingenio comparati essent, vel quod unde discerent non haberent, vel denique quod suis, aut reipublicæ curandis negotiis, alio vocarentur. Itaque nihil eos reprehendimus; sed, si diligentiam in his rebus nostram commendandam putabunt, ad magis idoneos iudices provocamus.

Erunt alii qui ea, quæ verisimilia esse ostendere conati sumus, Sacris Literis adversari prædicent, cum de Terris animalibusque, atque etiam ratione præditis, nos disserere animadvertent; de quorum origine, aut quod omnino in rerum natura extent, nihil illic traditum sit, sed ea potius ex quibus contrarium sequatur. Tantum enim de Tellure hac, cum suis animantibus, herbisque, & homine omnium domino commemorari⁸). Quibus respondeo, quod & ante me alii, satis apparere non de omnibus iis,

Occurritur objectionibus imperitorum.

(p. 7).

Conjecturas hæc s. Scripturis non adversari.

évident que Dieu n'a pas voulu ⁹⁾ que nous fussions instruits en détail par l'Écriture sur tout ce qu'il a créé. Par conséquent, vu que dans le premier chapitre de la Genèse les Astres Errants autres que le Soleil et la Lune, sont compris soit sous le nom d'Etoiles soit sous celui de Terre, et qu'il en est de même des Satellites de Jupiter et de Saturne, il est permis d'observer que non seulement beaucoup d'autres corps célestes de l'un ou de l'autre genre peuvent y être inclus, mais aussi d'innombrables objets qu'il a plu à l'architecte souverain d'y placer. Je réponds de plus qu'ils ne peuvent ignorer comment il faut interpréter ce qui y est dit, à savoir que toutes choses ont été créées pour l'homme, ce qui ne peut signifier, comme beaucoup d'auteurs l'ont déjà remarqué, que tant d'immenses étoiles dont nous voyons une partie mais dont une autre partie aurait toujours échappé à nos regards sans le secours des Téléscopes, ont été créées pour notre usage ou pour être contemplées par nous, puisque ce serait là une sentence absurde. On peut au contraire soutenir, précisément parce qu'une grande partie des œuvres de Dieu est placée en dehors de la vue des hommes et semble n'avoir aucun rapport avec eux, qu'il doit vraisemblablement y avoir des êtres qui contemplent et admirent ces œuvres de près.

Que l'examen de ces choses ne doit pas être condamné comme faisant preuve de trop de curiosité.

Mais ils diront peut-être que puisque l'auteur suprême n'a pas plus enseigné ou révélé qu'il n'a fait, il faut croire qu'il s'est réservé la connaissance du reste et que tâcher d'y pénétrer est par conséquent faire preuve de témérité et d'une curiosité excessive. J'estime pour ma part qu'on se donne trop d'autorité en voulant prescrire jusqu'où les hommes doivent pousser leurs investigations et assigner une limite à leur assiduité, comme si l'on connaissait avec certitude les termes fixés par Dieu et qu'on savait en outre qu'il serait dans le pouvoir de l'homme de dépasser néanmoins ces bornes ¹⁰⁾. Si nos ancêtres s'étaient laissés retenir par de pareils scrupules, nous pourrions encore ignorer quelle est la forme ou la grandeur de la Terre et s'il existe un continent Américain. De même si la Lune est éclairée par les rayons du Soleil et par quelles causes l'un et l'autre de ces corps célestes subit une éclipse; et beaucoup d'autres choses que nous devons aux travaux et découvertes des Astronomes. Qu'est ce qui semblait aussi caché et inaccessible que l'objet des connaissances récemment acquises sur les choses célestes? On peut comprendre par là que l'industrie et la pénétration d'esprit ont été données aux hommes pour parvenir peu à peu à entendre les choses naturelles, et qu'il n'y a pas de raisons pour lesquelles nous devrions nous résoudre à nous abstenir de recherches ultérieures. Toutefois les choses plus cachées que nous avons ici principalement en vue ne sont pas, nous le savons, de telle sorte qu'elles pourraient être parfaitement tirées au clair par nos efforts. Par conséquent nous n'avancions rien ici avec une entière conviction (comment le pourrions-nous?) nous

⁹⁾ Expression populaire: comparez le § 1 de la Pièce „Que penser de Dieu?“ qui précède.

¹⁰⁾ Comparez, à la p. 550 qui précède, le § 17 de la Pièce „Verisimilia de Planetis“.

quæ Deus creavit, particulatim nos edoceri eum voluisse⁹). Itaque eum vel Siderum vel Terræ nomine, in prima Genesi, etiam Planetæ, qui præter Solem Lunamque sunt, comprehendantur; atque etiam Jovis & Saturni Comites; posse non tantum plures alios utriusque generis includi, sed & res innumeras quas in superficie eorum summo opifici collocare placuerit. Porro non nescire eos quo pacto interpretandum sit, quod dicitur omnia propter hominem condita esse; neque eo significari, ut a pluribus jam est animadvertum, tot ingentia corpora stellarum, quas partim videmus, partim nec vidissemus quidem unquam, si Telescopiorum auxilium defuisset, nostræ utilitatis aut contemplationis gratia fuisse condita; quia id absurde diceretur. Quare cum operum Dei magna pars extra conspectum hominum sit posita, neque ad eos pertinere videatur, haud alienum esse opinari, aliquos extare, qui illa propius aspiciant & admirentur.

Inquisitionem ho-
rum ut nimis curio-
sam reprehendi
non debere.

Sed dicent fortasse, cum de his ipse supremus auctor nihil amplius docuerit aut revelarit, credendum esse sibi scientiam eorum reservasse, ac proinde temere, & curiose nimis de iis inquire. At nimium ipsos sibi sumere ajo, si definire velint, quousque homines investigando progredi debeant, diligentiaque eorum modum statuere; ac si terminos, quos hic Deus præscripsit, certo cognitos haberent; aut in hominum potestate esset illos prætergredi¹⁰). Et sane, si talibus scrupulis retenti fuissent qui ante nos vixerunt, adhuc ignorari potuisset quænam Telluris esset figura, aut quæ magnitudo, & num aliqua Americæ regio. Item an Solis radiis Luna illustraretur, quibusve ex causis aut hæc aut ille desicerent; ac pleraque alia, quæ Astronomorum laboribus repertisque accepta referimus. Quid enim tam absconditum & inaccessum videbatur, quam quæ de rebus cælestibus in aperta luce nunc posita sunt? Ex quo intelligitur industriam mentisque acumen hominibus data esse, quibus paulatim rerum naturalium cognitionem consequerentur, neque esse cur conari desinamus & ulteriora inquire. Attamen reconditiora illa, quibus hic præcipue insistimus, scimus non esse ejusmodi, ut quærendo penitus investigari possint. Itaque nihil veluti certum affirmamus, (qui possumus enim?) sed conjecturis tantum agimus, quarum de verisimilitudine suo cuique

p. 9.

Que les conjectures quoiqu'incertaines ne sont cependant pas vaines.

Que le sujet du présent traite a des rapports avec la sagesse et la piété.

contentant de conjectures sur la vraisemblance desquelles chacun est libre de se faire juge. Que si quelqu'un dira donc que nous nous donnons une peine vaine et inutile en proposant des conjectures sur des choses desquelles nous avouons nous-mêmes ne rien pouvoir comprendre avec certitude, je répondrai que l'étude entière de la Physique, pour autant qu'elle s'occupe de chercher les causes des phénomènes devrait être désapprouvée pour la même raison, *la plus haute gloire étant d'y avoir trouvé des théories vraisemblables*¹¹⁾; *c'est la recherche elle-même, tant des sujets principaux que des choses les plus cachées qui constitue son charme*. Mais il y a beaucoup de degrés de vraisemblance dont les uns sont plus proches de la vérité que les autres; c'est surtout dans l'évaluation de ces degrés qu'on doit faire preuve de bon sens¹²⁾.

Suivant mon opinion nous n'examinons pas seulement ici des choses fort dignes d'être connues en elles-mêmes, mais de plus telles que leur contemplation collabore aussi à nous rendre plus sages. Il convient de nous considérer comme placés hors de la Terre et la regardant de loin, et de nous demander alors si c'est à elle seule que la nature a conféré tous ses ornements. De cette façon nous pourrions mieux comprendre ce que c'est que la Terre et en quelle estime il faut l'avoir; de même que ceux qui sont de grands voyages sont en général meilleurs juges des affaires de leur patrie que ceux qui ne l'ont jamais quittée. Celui qui, accordant quelque valeur à nos raisonnements, s'est une fois figuré une multitude de Terres semblables à la nôtre et habitées de même, ne sera pas fortement influencé par des arguments qui aux yeux du grand public paraissent de grand poids. Et comment pourra-t-il ne pas beaucoup admirer et vénérer Dieu, auteur de si grandes choses? de la providence et de la merveilleuse science duquel il trouvera ici partout des marques, à l'encontre des fausses opinions de ceux qui ont soutenu soit que la Terre a été engendrée par un concours fortuit d'atomes soit qu'elle n'a eu aucun commencement¹³⁾. Mais il est temps de venir aux faits.

Or, comme, pour prouver ce que je me suis proposé, mon argument principal sera tiré de l'arrangement Copernicain des Planètes et du fait que notre Terre en fait sans aucun doute partie, je commence par tracer deux figures dont l'une contient en vraies proportions leurs orbites entourant chacune le Soleil, figure identique avec celle que vous avez souvent contemplée dans notre Automate, tandis que l'autre montre les

¹¹⁾ N. Oresme, au quatorzième siècle, écrivait: „L'on peut bien parler en science certainement si comme en mathématiques, et es autres non, mais tant seulement probablement et vraisemblablement” („Les Ethiques, ou morale d'Aristote”, ouvrage imprimé à Paris en 1488, § 36).

¹²⁾ Comparez la Pièce „De probatione ex verisimili” qui précède (p. 541), ainsi que notre Avertissement à cette Pièce et aux trois autres constituant ensemble ce que nous avons appelé „Réflexions sur la probabilité de nos conclusions et discussion de la question de l'existence d'êtres vivants sur les autres planètes”.

Voyez aussi la note g de Huygens, de septembre 1692, à la p. 321 du T.X. Nous avons d'ailleurs déjà cité cette note dans notre note 10 de la p. 532 qui précède.

¹³⁾ Comparez sur ces deux dernières opinions la note 12 de la p. 557 qui précède.

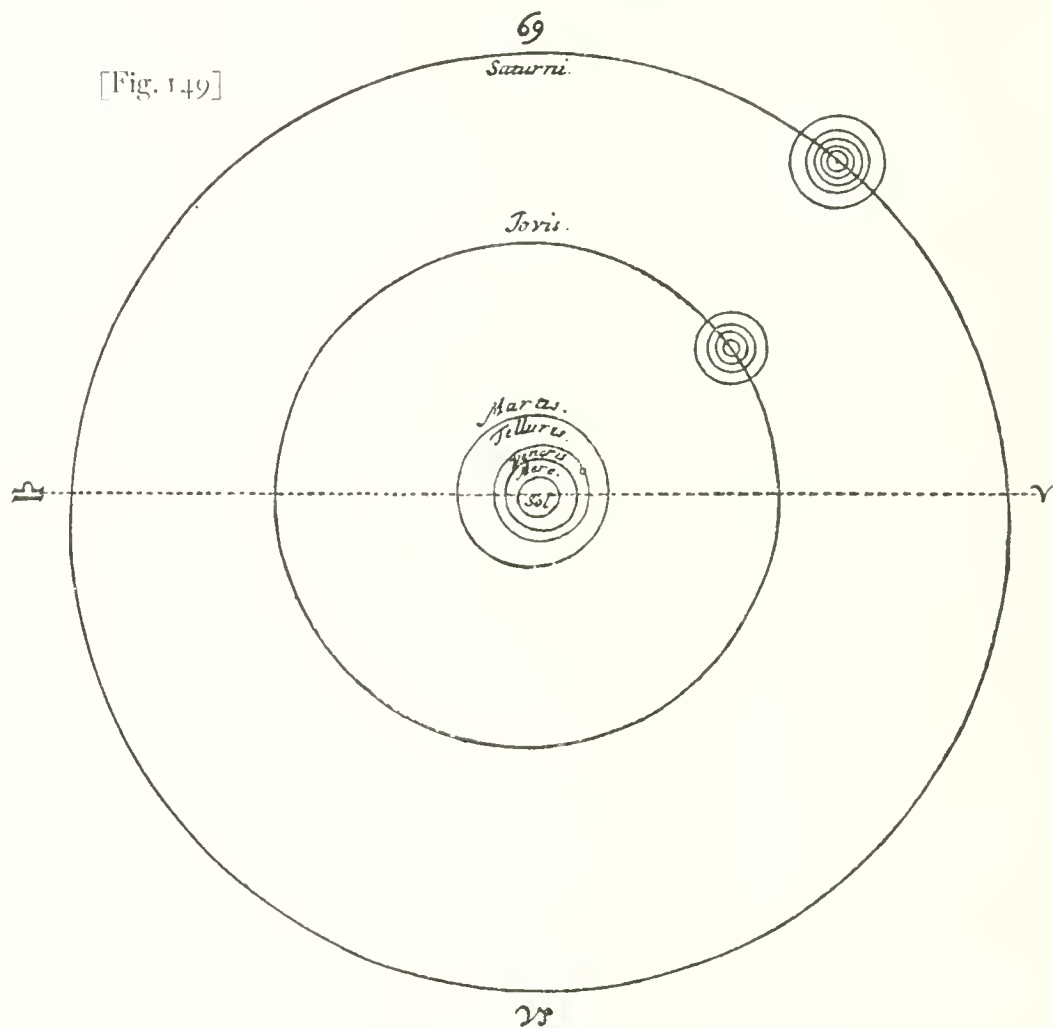
arbitratu | judicare liberum sit. Quod si quis irritam igitur, & inanem in his operam (p. 10).
 nos ponere dicat, de rebus iis conjecturas prodendo, de quibus ipsi fateamur nihil certi
 unquam comprehendi posse: respondebo totum Phylices studium, quatenus in causis Conjecturas non
 rerum eruendis versatur, eadem ratione fore improbandum; *ubi verisimilia invenisse* esse vanas, quia
*laus summa est*¹¹), & *indagatio ipsa rerum, tum maximarum, tum occultissimarum,* non plane certæ.
habet oblectationem. Sed verisimilium multi sunt gradus, alii aliis veritati propiores
 in quo diligenter æstimando præcipuus judicii usus vertitur¹²).

Ut vero mihi videtur, non tantum res ad cognitionem maximas hic indagamus, Ad sapientiam &
 sed quarum contemplatio studiis quoque sapientiæ multum conducat. Expedit nimi- pietatem facere
 rum ut, velut extra Tellurem hanc positi, procul eam intueamur, quæramusque, an quæ hic tractantur.
 sola sit in quam omnem ornatum natura contulerit. Ita enim rectius quid sit, quoque
 loco habenda, intelligere poterimus: quemadmodum qui longinquas regiones obeunt,
 de patriæ suæ rebus verius judicare solent, quam qui nunquam inde se moverunt. Nec
 sane ille magnopere admirabitur quæcunque hic vulgo maxima habentur, qui, ratio- (p. 11).
 nibus nostris aliquid tribuens, multitudinem Terrarum nostræ similium, similiterque
 incolis suis frequentatarum, sibi proposuerit. Deum vero, tantarum rerum effectorem,
 qui poterit idem non valde suspicere & venerari? cujus providentiam, sapientiamque
 mirabilem, passim hic assertam inveniet, contra falsas opiniones eorum, qui vel ex
 fortuito corpusculorum concursu ortam esse Terram, vel omni principio eam carere
 dixerunt¹³). Sed jam ad propositum.

Et quoniam maximum sumetur argumentum, ad ea quæ instituimus probanda, ex
 ordinatione Planetarum Copernicea, quodque inter eos Tellus hæc haud dubie nume-
 ratur; bina schemata hic initio describo, quorum alterum orbes eorum, circa solem
 dispositos, continet, veris proportionibus expressos; simile illi quod in Automato nostro
 sæpius conspexisti: alterum rationes magnitudinum ostendit, quibus corpora Plane-

rapports des grandeurs des corps Planétaires tant entre elles qu'à l'égard du Soleil, la grandeur de celui-ci aussi ayant été indiquée dans le dit Automate. Dans la première figure [Fig. 149] le Soleil occupe le centre, auquel succèdent, dans l'ordre déformais bien connu, les orbites de Mercure, de Vénus et de la Terre, à laquelle est surajoutée celle de la Lune, ensuite celles de Mars, de Jupiter et de Saturne; enfin, à l'entour

Exposition du système de Copernic.

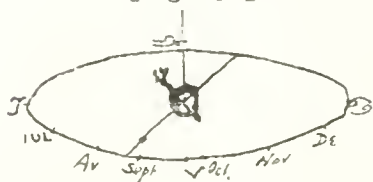


de Jupiter et de Saturne les petits orbes des Satellites, dont le premier en a quatre et le deuxième cinq. Il faut savoir que ces petits orbes, de même que celui de notre Lune, ont été représentés ici en dimensions beaucoup exagérées par rapport à celles des orbites des Planètes primaires afin de ne pas être tout-à-fait invisibles à cause de leur exiguité. Or, quelle est la grandeur des orbites primaires? C'est ce qu'on peut con-

tarum inter se, & ad Solem, comparantur; quod in eodem Automato adjectum est. *Copernici systema*
In priore punctum medium Sol est; à quo deinceps, noto omnibus ordine, sunt orbitæ *exponitur.*
Mercurii, Veneris, Telluris, cum superaddita via Lunæ; tum | Martis, Jovis, & Saturni: *(p. 12).*
ac circa Jovem, Saturnumque circelli Comitum; illius quatuor, hujus quinque. Quos
circellos, cum eo, qui Lunæ nostræ dicatus est, longe majores hic poni sciendum,
quam pro ratione ad Planetarum primariorum orbitas; ne, ob parvitatem, penitus
visum effugerent. Orbitalum vero quanta reipfa sit vastitas inde intelligere licet, quod

clure de cette donnée que la distance du Soleil à la Terre comprend dix ou douze mille fois ¹⁴⁾ le diamètre de cette dernière, mesure dont dans la suite nous traiterons plus explicitement. Toutes ces orbites sont situées à peu près dans un même plan, de sorte que leurs véritables plans ne s'écartent pas notablement de celui dans lequel la Terre accomplit ses révolutions et qu'on appelle le plan de l'Écliptique. Ce dernier est obliquement traversé [Fig. 150] par l'axe de la Terre autour duquel elle tourne en 24 heures par rapport au Soleil: cet axe, à une mutation fort lente près qui est bien connue aux Astronomes ¹⁵⁾, reste parallèle à lui-même dans sa course autour du Soleil:

[Fig. 150].



Quelles sont les raisons qui confirment la doctrine de Copernic.

ce dont résultent les inégalités des jours et des nuits ainsi que les différentes saisons, comme l'enseignent les livres astronomiques. C'est aussi à ces livres que j'emprunte les périodes qui correspondent aux orbites des Planètes: celle de Saturne est de 29 ans, 174 jours, 5 heures; celle de Jupiter de 11 ans, 317 jours, 15 heures; celle de Mars de 687 jours à fort peu près; celle de la Terre de $365\frac{1}{4}$ jour; celle de Vénus de 224 jours, 18 heures; celle de Mercure de 88 jours. Tel est l'ordre des corps célestes découvert par Copernic et aujourd'hui fort connu. On peut dire que ce système est en très bon accord avec la simplicité de la nature. Si quelqu'un se fait fort de le réfuter ou de le désapprouver, qu'il apprenne d'abord combien mieux et combien plus facilement d'après les démonstrations des Astronomes, on y rend compte de tout ce qui s'observe au sujet du mouvement de ces astres que dans les systèmes de Ptolémée ou de Tycho. Qu'il apprenne ensuite suivant quelle loi, d'après la remarquable observation de Kepler, les grandeurs des distances des Planètes — parmi lesquelles celle de la Terre — au Soleil sont liées aux valeurs des périodes que j'ai rapportées; loi qu'on a ensuite trouvée valable aussi pour les Satellites de Jupiter et de Saturne dans leurs rapports avec ces Planètes ¹⁶⁾. Qu'il parvienne ensuite à comprendre combien est contraire à la nature du mouvement ce qu'il faudrait selon lui se figurer: savoir la cause que nous dirons du phénomène suivant dont l'existence a été démontrée. Il s'agit d'expliquer pourquoi l'étoile Polaire qui se trouve à l'extrémité de la queue du petit Ourse, se meut aujourd'hui en une petite circonférence de cercle distante de $2\frac{1}{3}$ degrés du Pôle, tandis que 1820 années plus tôt, savoir au temps d'Hipparque, elle se trouvait à une distance de $12^{\circ}24'$ du même Pôle, et qu'après quelques siècles elle s'en écartera de 45° , tandis que dans 25000 ans elle reviendra à la distance qu'elle

¹⁴⁾ Voyez sur ces chiffres l'Avertissement qui précède.

¹⁵⁾ Voyez sur le mouvement de précession les p. 63—65 et 494—495 qui précèdent, ainsi que les p. 825 et 829 qui suivent.

¹⁶⁾ Comparez la Pièce IV de la p. 36 qui précède.

distantia a Sole ad Terram, decem vel duodecim millia¹⁴) Terræ diametrorum continet: de qua mensura pluribus postea agetur. Omnes porro in eodem sere plano sitæ sunt; ut proinde non multum discedant ab eo in quo Tellus circumit, quod Eclipticæ planum vocatur. Hoc vero oblique secatur ab axe Telluris, in quo illa volvitur horis viginti quatuor, respectu solis: isque axis, nisi quod mutationem lentissimam subit, quam norunt Astronomi¹⁵), sibi ipsi parallelus manet, dum ipsa circa Solem defertur; ex quo dierum noctiumque oriuntur vices, itemque temporum anni commutationes, ut passim docent eorum libri. Unde & tempora periodorum, quibus circuitus suos Planeta quisque peragit, huc transcribo. Nempe Saturni, annorum 29, dierum 174, horarum 5. Jovis annorum 11, dierum 317, horarum 15. Martis proxime dierum 687. Telluris dierum 365 $\frac{1}{4}$. Veneris dierum 224, hor. 18. Mercurii dierum 88.

Ille est ille, notissimus jam, caelestium corporum ordo, a Copernico repertus, idemque naturæ simplicitati convenientissimus. Hunc si quis convellere aut improbare contendat, is discat primum, ex demonstrationibus Astronomorum, quanto in hac descriptione melius faciliusque omnium eorum, quæ circa motum siderum animadvertuntur, ratio reddatur, quam in Ptolemaico aut Tychonis systemate. Cognoscat etiam, ex singulari Kepleri observatione, quomodo Planetarum, interque eos Telluris, a Sole distantiae temporibus periodorum, quas retuli, certa quadam proportionem respondeant; quam postea Jovis quoque & Saturni Comites, horum respectu, servare deprehensum est¹⁶). Intelligat quam contra motus naturam quiddam comminiscendum sit, quo demonstretur cur stella Polaris, in extrema cauda minoris Ursæ, exiguo nunc circulo moveatur, duobus gradibus & tertia parte à Polo distans; cum ante annos mille octingentos viginti, ætate nempe Hipparchi, duodecim gradibus, 24 | scrupulis, (p. 13.) ab eodem Polo abfuerit: post aliquot vero sæcula, ad 45 gradus inde recessura sit, & post annorum viginti quinque millia, eodem quo nunc est, reversura. Ut proinde cælum totum, si circumrotari dicatur, super alio atque alio axe id faciat necesse sit, quod est absurdissimum; cum in Copernici hypothese nihil sit explicatu facilius. Deni-

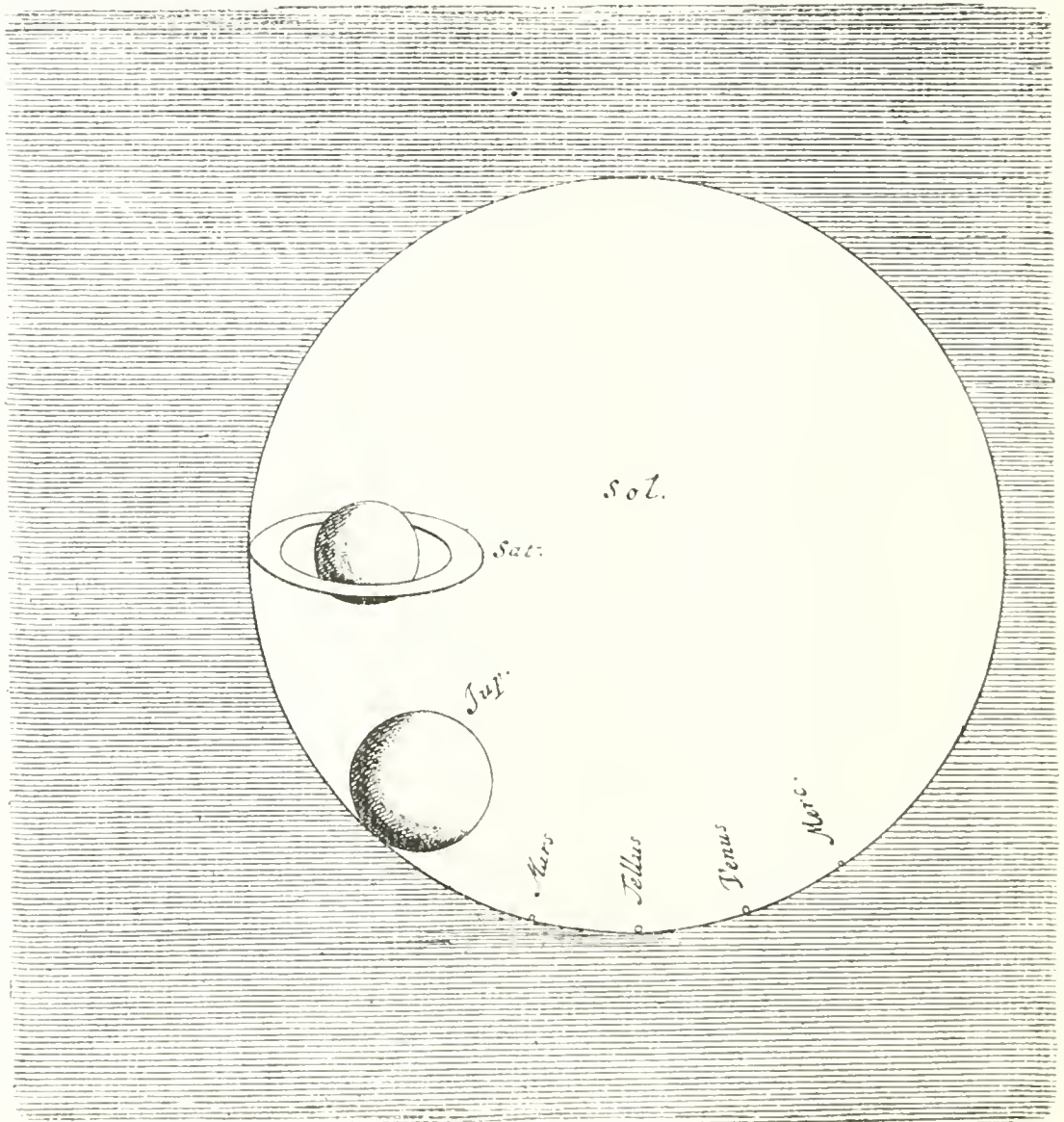
Copernici doctrinam quæ rationes confirmant.

(p. 14.)

a maintenant. Il faudrait donc, si l'on dit que le ciel tourne en entier, que cette révolution eût lieu autour d'axes continuellement différents ce qui est très absurde; tandis que dans l'hypothèse de Copernic rien ne s'explique plus facilement.

Qu'il considère enfin toutes les réponses données par Galilée, Cassendi, Kepler et beaucoup d'autres aux objections qu'on a l'habitude de faire aux arguments de Copernic. Par leurs raisonnements les scrupules qui restaient ont été si bien écartés que tous les Astronomes, à moins que d'être d'une intelligence tardive ¹⁷) ou entachés d'une crédulité soumise à l'autorité humaine ¹⁸), attribuent maintenant sans hésiter du mouvement à la Terre et lui assignent une place parmi les Planètes.

[Fig. 151]



que expendat omnia illa, quibus, ad argumenta Copernico objici solita, Galileus, Gaslendus, Keplerus, aliique plurimi responderunt. Quorum rationibus ita sublatis sunt qui supererant scrupuli, ut omnes nunc Astronomi, nisi tardiore sint ingenio¹⁷⁾, aut hominum imperio obnoxiam credulitatem habeant¹⁸⁾, motum Telluri, locumque inter Planetas, absque dubitatione decernant.

¹⁷⁾ Huygens attribue donc sans les nommer, une intelligence tardive sous ce rapport à Cassini et à Römer: voyez sur eux les p. 311 et 182 qui précèdent.

¹⁸⁾ Allusion évidente à Riccioli et Kircher, comme nous l'avons dit dans l'Avertissement.

Rapports des grandeurs des Planètes entre elles et à l'égard du Soleil

Dans la deuxième figure dont j'ai parlé plus haut [Fig. 151], les globes planétaires et le Soleil sont représentés comme si les planètes étaient placées en série contre son bord. Ici je me suis conformé aux rapports de leurs diamètres à celui du Soleil que j'ai publiés dans mon livre des Phénomènes de Saturne. Leurs valeurs sont les suivantes: pour l'Anneau de Saturne 11 : 37; pour celui de son Globe intérieur, également par rapport au diamètre du Soleil, à peu près 5 : 37, pour Jupiter 2 : 11, pour Mars 1 : 166, pour la Terre 1 : 111, pour Vénus 1 : 84; auxquelles j'ajoute maintenant celle du rapport du Mercure qui est 1 : 290 d'après l'observation d'Hevelius de 1661, lorsque Mercure fut vu sur le disque Solaire, ceci toutefois non pas d'après son calcul mais d'après le nôtre ¹⁹⁾.

Que les minces lamelles ou coins sont préférables aux Micromètres.

J'ai montré dans le dit livre comment ces rapports, qui sont mes rapports à moi, des grandeurs considérées ont été trouvés, savoir en me basant à la fois sur les proportions connues des distances au Soleil et sur la mesure des Diamètres prise avec mes Télescopes; et je ne vois encore aucune raison pour m'écarter notablement des résultats de ce calcul quoique sans vouloir maintenir l'exactitude absolue des résultats. En effet, bien que beaucoup de gens soient persuadés que dans la mesure des diamètres apparents l'usage des Micromètres — il s'agit d'instruments composés de fils fort tendus dans le plan focal de l'objectif — est préférable à celui de nos lamelles; je ne puis me déclarer d'accord avec eux, étant encore toujours d'avis que les minces lamelles ou coins que j'ai dit en cet endroit devoir servir à ces observations spéciales y sont les plus aptes. C'est d'ailleurs de mon invention qu'est provenu, peu après, celui des Micromètres ainsi que l'adaptation du Télescope aux instruments Astronomiques; au grand honneur, certes, de ceux qui se sont appliqués à perfectionner une invention si utile ²⁰⁾.

Que le Soleil est beaucoup plus grand que les Planètes.

Dans cette comparaison avec les planètes, il faut considérer l'immenfité du Soleil à l'égard des quatre Planètes intérieures, et aussi que celles-ci sont extrêmement petites par rapport à Saturne et Jupiter. On doit remarquer à ce propos que les corps planétaires ne croissent pas proportionnellement à leurs distances au Soleil, attendu que le globe de Vénus est beaucoup plus grand que celui de Mars.

¹⁹⁾ On a vu plus haut que dans la „Descriptio Automati Planetarii” (p. 624) Huygens avait pris 1 : 308 pour le rapport du diamètre de Mercure à celui du soleil. Il est permis de penser que ce rapport-là qui ne diffère pas appréciablement de celui du présent texte provenait également d'un calcul basé sur les observations d'Hevelius. Consultez sur le calcul de Huygens l'Appendice XI qui suit. Dans son „Mercurius in Sole visus Gedani 1661”, déjà plusieurs fois cité dans le présent Tome, Hevelius avait calculé à sa façon (p. 84) „Mercurii diametrum ad Solis esse ut 1 ad 160” ce qui est loin d'être exact, tandis que la valeur de Huygens est fort bonne (voyez l'Avertissement).

²⁰⁾ Nous avons déjà cité ce passage à la p. 19 qui précède. Voyez aussi sur les micromètres l'Appendice VIII qui suit.

In altero, quod dixi, schemate, ita horum globi cum Sole oculis subjiuntur, ac si juxta se positi essent. Atque hic rationem diametrorum, ad Solis diametrum, eam fecutus sum, quam tradidi in libro de Saturni Phænomenis. Nempe Annuli Saturnii eam quæ 11. ad 37; Globi inclusi, ad eandem Solis diametrum fere, quæ 5 ad 37; Jovis, quæ 2 ad 11; Martis, quæ 1 ad 166; Telluris, | quæ 1 ad 111; Veneris, quæ 1 ad 84; quibus nunc addo Mercurii, quæ est 1 ad 290 ex Hevelii observatione Anno 1661 habita; cum in Solis disco Mercurius conspiceretur, nostro tamen, non illius calculo¹⁹).

Planetarum magnitudinis inter se & ad Solem ratio.

(p. 15).

Quomodo autem hæ nostræ magnitudinum rationes inventæ sint, tum ex cognita proportionem distantiarum à Sole, tum ex mensura Diametrorum, Telescopiis capta, eo, quem dixi, libro ostendi: neque adhuc video cur multum, ab iis quas tunc definivi, recedam; etsi nihil eis deesse non contenderim. Nam quod multi existimant, in metiendis apparentibus diametris, præstare lamellis nostris usum Micrometrorum quæ vocant, quibus fila tenuissima in foco Lentis majoris prætenduntur, nondum iis assentiri possum, sed aptiores esse lamellas virgulæve tenues arbitror, quas eo loco objicendas docueram. Ex quo istud Micrometrorum inventum, itemque Telescopii ad organa Astronomica adaptatio, non multo post emanavit: non sine laude tamen eorum, qui in perficiendo tam utili invento elaborarunt²⁰).

Micrometris præstare lamellas virgulæve tenues.

Cæterum, in hac planetarum comparatione, notanda est ingens Solis magnitudo, | cum interioribus quatuor Planetis collata; utque hi Saturno quoque, ac Jove, longe longeque minores sint. Nam considerandum, non ordine crescere eorum corpora cum distantis a Sole; quippe cum multo major sit Veneris, quam Martis, globus.

(p. 16).

Solem Planetis multo majorem esse.

Qu'on est en droit d'affimiler la Terre aux Planètes et celles-ci à la Terre.

Après cette exposition sur les deux figures perfonne, penfé-je, peut ne pas voir combien manifeftement il réfulte de la première qui donne la forme du fyftème, que notre Terre y eft comprise de la même manière que les cinq autres Planètes. Les pofitions des orbites l'attestent. Il eft confiant en outre par les obfervations télefcopiques que les corps de toutes les planètes font fphériques, de même que celui de la Terre et que toutes elles empruntent leur lumière au Soleil. Enfin qu'elles reffemblent à la Terre auffi en ce point qu'elles tournent chacune autour de fon propre axe; qui en effet en doutera après que ceci a été nettement établi pour Jupiter et Mars? Et de même que la Terre a pour compagne la Lune, Jupiter et Saturne ont les leurs.

Puifque la reffemblance de la Terre à ces Planètes primaires existe à tant d'égards, qu'eft ce qui eft auffi naturel que de conjecturer qu'elles ne lui foient pas inférieures en dignité et en beauté, ni aucunement moins ornées ou plus incultes: quelle raifon pourrait-on inventer pour laquelle il en ferait autrement?

Qu'on tire à bon droit de la reffemblance des arguments pour cette affimilation.

Certes, fi l'on montrait, à quelqu'un qui n'aurait jamais vu ouvert le corps d'un animal, les entrailles dans le corps difléqué d'un chien, favoir le coeur, l'eftomac, les poumons, les inteftins, enfuite les veines, les artères, les nerfs; il ne douterait guère de l'existence d'un mécanifme femblable, d'une même variété de parties, dans les corps du boeuf, du porc ou d'autres animaux. De même, fi nous avions appris à connaître la nature d'un feul des Satellites de Saturne ou de Jupiter, ne ferions-nous pas d'avis que les mêmes chofes à peu près doivent fe trouver chez tous les autres? Pareillement, fi nous réuffiffions à comprendre la nature d'une Comète quelconque, nous jugerions que telle eft la nature univerfelle de ces corps. La conclusion, tirée de la reffemblance des chofes obfervées à celles qui ne l'ont pas été, a donc un fort grand poids. Et en fuivant la même manière de raifonner, nous pourrions faire, en nous bafant fur notre connoiffance d'une feule Planète contemplée de près, d'excellentes conjectures fur les autres Planètes de la même famille.

Que les Planètes font folides et qu'il y existe une pefanteur.

En tout premier lieu nous jugerons que, de même que notre Terre, elles confiftent en des corps folides. Ensuite nous tiendrons auffi pour fort vraifemblable que leurs globes foient pourvus de ce que nous appelons la pefanteur ou gravité; par la force de laquelle tous les corps qui fe trouvent fur leurs furfaces, y exercent une preffion ou bien, s'ils en ont été écartés, y retombent de toutes parts comme s'ils fubiffaient une attraction. Ce qui reffort déjà de la forme fphérique elle-même, attendu que c'eft celle-ci qui eft produite par l'effort de corps tendant tous vers un même centre. Or, nous avons même appris à tirer, en raifonnant logiquement, des conclusions fur les rapports des grandeurs de la gravité auprès de Jupiter ou de Saturne à celle qui existe chez nous. De ce fujet, et de l'auteur des dits calculs ²¹), nous avons parlé dans notre Difcours de la Caufe de la Pefanteur.

²¹) Il s'agit de Newton; voyez les p. 408 et 477 qui précèdent. Plus loin (p. 819) Huygens fera expreffément mention de Newton dans le présent Traité.

His de utroque Diagrammate expositis, nemo, ut puto, jam non videt, quam clare ex priore, in quo systematis est typus, sequatur, eodem genere, cum cæteris quinque Planetis, Tellurem hanc nostram contineri. Nam vel ipsi circulorum positus hoc testantur. Atqui præterea constat, telescopiorum observationibus, & globosa esse omnium corpora, itidem ut Telluris, & à Sole splendorem similiter eos mutuari. Ac denique in hoc quoque ei similes esse, quod in se ipsis circum proprios axes volvantur: quis enim de cæteris dubitet, cum in Jove & Marte hoc certo compertum sit? Sicut autem Tellus Lunam comitem habet, ita Jupiter & Saturnus suas. Quid igitur tam probabile est, cum in his tot rebus Telluri cum Planetis illis primariis intercedat similitudo, quam non minori quoque dignitate & pulchritudine eos esse, nihiloque minus ornatos cultosque: aut quamnam | cur hoc aliter se habeat ratio excogitari potest?

Tellurem Planetis.
& hos Telluri recte assimilari.

(p. 17).

Sane si cui, in dissecti canis corpore, viscera ostenderentur, cor, stomachus, pulmones, intestina; tum venæ, arteriæ, nervi; etiamsi nunquam animalis corpus apertum conspexisset; vix dubitaret, quin similis quædam fabrica, ac partium varietas, in bove, porco, cæterisque bestiis inesset. Nec si unius, ex Saturni aut Jovis Comitibus, naturam cognitam haberemus, non eadem fere quæ in illo, in cæteris quoque reperiri putaremus? Similiterque ex uno quopiam Cometa, si quidnam esset perspicui posset, eandem omnium rationem esse statueremus. Itaque plurimum ponderis habet illa ex similitudine petita, & à rebus visis ad non visas producta ratio. Quam proinde sequentes, ex Planeta uno, quem coram aspiciamus, de reliquis ejusdem generis rectè conjecturam faciemus.

Ex similitudine in
hisce recte argu-
menta peti.

Ac primum quidem, non aliter quam Tellus nostra, solido corpore eos constare exislimabimus. Deinde prorsus etiam verisimile censebimus, adesse globis eorum id quod gravitatem appellamus; cujus vi corpora quæque, in superficie eorum hærentia, | premant eam; aut, si dimoveantur, ex omni parte velut attracta recidant. Quod ex ipsa quoque globi forma liquet, cum hæc ex conatu corporum, ad centrum unum tendentium, generetur. Imo jam, certo quodam ratiocinio, colligere didicimus, quanto majus minusve in Jove ac Saturno, quam apud nos, gravitatis momentum esse debeat. Qua de re, deque auctore ejus²¹), in Diatriba de Causis gravium diximus.

Planetas solidos esse
& gravitate pol-
lere.

(p. 18).

Que les animaux
aussi n'y font pas
défaut.

Mais voyons maintenant dans le présent traité ce qu'on peut examiner de plus, jusqu'à quel degré l'on peut parvenir à des connaissances plus détaillées sur la nature et l'équipement de ces Terres distantes. Et d'abord combien il est vraisemblable qu'il existe des plantes et des animaux sur leurs surfaces, de même que sur celle de la Terre. Personne, me semble-t-il, ne niera que la forme et la vie, ainsi que la croissance et la génération, qui se trouvent dans les plantes et les animaux, ne soient quelque chose de plus grand et de plus admirable que les corps inanimés, quelque volumineux que soient ces derniers tels que montagnes, rochers, ou mers. Il est de plus évident que dans l'une et l'autre de ces classes d'êtres vivants l'on voit tout autrement et bien plus clairement l'éminence de la providence et de l'intelligence Divines. En effet, tandis qu'un sectateur de Démocrite ²²⁾, ou bien aussi de Descartes ²³⁾, peut se faire fort d'expliquer tant les phénomènes Terrestres que les phénomènes célestes de manière à n'avoir besoin que d'atomes et de leurs mouvements, il ne réussira pas à produire une explication pareille pour les plantes et les animaux, étant incapable d'alléguer quelque chose de vraisemblable sur leur origine première; attendu qu'il est absolument manifeste que jamais de pareils objets n'ont pu être le résultat du mouvement déréglé et fortuit de corpuscules, puisque l'on constate que tout y est parfaitement accommodé à de certaines fins; ceci avec un fort grand discernement et une exquisite connaissance des lois de la nature ainsi que de la Géométrie elle-même, comme nous le montrerons à plusieurs reprises dans les pages qui suivent; pour ne rien dire des miracles ²⁴⁾ de la procréation. Or, si dans les Planètes il n'existe que de vastes solitudes et des corps inertes et sans vie, si les objets y font défaut dans lesquels brille le plus manifestement la sagesse de l'Architecte souverain, elles seront sans aucun doute de beaucoup inférieures à notre Terre en dignité et en beauté; ce qui, comme je l'ai déjà dit, est contraire à la raison.

Ni les plantes.

Il n'en est donc pas ainsi: il y aura là aussi certains corps mobiles et capables de se mouvoir eux-mêmes, lesquels ne seront pas moins nobles que les corps Terrestres correspondants: ce seront des animaux. Ceci étant posé, il sera presque nécessaire de faire une même concession sur les plantes; car il devra y avoir quelque chose pour nourrir les animaux. Et l'on ne peut douter que tout ceci ne puisse exister que sur la *surface* des globes Planétaires, puisque les uns et les autres doivent jouir de la chaleur du Soleil et être choyés par lui; leurs surfaces étant exposées à ses rayons tout comme c'est le cas pour notre Terre.

²²⁾ Voyez la note 49 de la p. 364 qui précède.

²³⁾ Voyez l'Appendice IV qui suit.

²⁴⁾ Nous avons déjà attiré l'attention sur ce mot „miracula” — c. à. d. merveilles — dans la note 36 de la p. 436 qui précède. À la p. 555, l. 14, Huygens parlait des „generationis mysteria”.

Nunc vero ulterius quærere pergamus, quibus gradibus ad penitiora quædam, de statu ornatuque Terrarum istarum, cognoscenda perveniri possit. Ac primum quam verisimile sit herbas, & animalia in earum superficie existerè, æque ac in Tellure nostra. Nemo negabit puto, & formam & vitam, & crescendi generandique rationem, in stirpibus animantibusque majus quid esse, magisque mirandum quam corpora vitæ carentia, quantumvis mole conspicua sint; velut montes, rupes, maria. Patet etiam in utroque illo viventium genere, multo aliter longeque expressius, cerni Divinæ providentiæ intelligentiæque præstantiam. Cum enim quæ in Terra, imo quæ in Cælo quoque aspicimus, [aliquis Democriti²²), aut etiam Cartesii²³) sectator, ita se explanaturum profiteri possit, ut tantum atomis & motu horum indigeat; in herbis tamen & animalibus frustra erit, nec de primo eorum exortu quidquam verisimile adferet; cum nimis manifesto appareat, nunquam vago, ac fortuito corpusculorum motu, talia quædam prodire potuisse: quippe in quibus omnia ad certum finem egregie apta accommodataque cernantur; cum summa prudentia, & legum naturæ, ipsiusque Geometriæ, cognitione exquisita; quemadmodum in sequentibus sapius ostendetur: ut jam omitamus illa in progignendo miracula²⁴). Quod si igitur in Planetis nihil aliud quam vastæ solitudines, corporaque inertia, & vita carentia reperiantur; atque absint ea in quibus clarissime certissimeque Architecti supremi sapientia elucescit; haud dubiè multum dignitate & pulchritudine concedent Telluri nostræ: quod, ut jam dixi, rationi adversatur.

Nec deesse illis animalia.

(p. 19).

Non igitur sic; sed erunt & ibi corpora quædam motu prædita, seseque ipsa moventia, neque his quæ in Terra sunt ignobiliora; adeoque erunt animantia. His autem positis, jam de herbis quoque fere necessario concedendum est; ut sit aliquid quo illa alantur. Omnia verò hæc non aliter quam in superficie Planetariorum globorum existere, dubitari non potest; cum calore Solis gaudere ac foveri debeant; cujus radiis, non secus quam Tellus nostra, expositi sint.

(p. 20).

U't nec plantas.

Qu'il ne faut pas imaginer dans ces créatures une trop grande dissémbance.

Mais quelqu'un dira que nous allons ici plus vite qu'il n'est permis: sans nier qu'à la surface des Planètes se trouvent des objets qui y croissent et se meuvent, dignes, non moins que les objets terrestres correspondants, de Dieu leur créateur, il est possible de soutenir que leur nature peut néanmoins être fort diverse, de sorte qu'ils ne ressemblent aucunement à ceux de chez nous; ni dans leur matière, ni dans leur façon de croître, ni dans leur forme extérieure, ni dans leurs parties internes; en un mot qu'ils sont peut-être tels que rien de semblable ne peut venir à l'esprit de l'homme. Recherchons donc quelle est la probabilité de cette conjecture; et s'il ne faut pas plutôt se figurer que la diversité n'est pas si grande. Ce qui favorise l'opinion de ceux qui estiment que là-bas tout est autrement, c'est que la Nature semble fort souvent, et même dans la plupart des choses, rechercher la variété, et que la puissance du Créateur devient par là plus manifeste. Ils devront toutefois reconnaître que le degré de la variété ou dissémbance ne peut pas être arbitrairement fixé par l'homme; que quoiqu'elle puisse être immense et que ces choses-là puissent entièrement dépasser notre entendement et compréhension, il ne s'ensuit pas qu'elles soient vraiment telles. Car même dans le cas où Dieu aurait sur les autres Planètes créé toutes choses semblables à celles de chez nous, elles ne seraient pas moins admirables pour les spectateurs (supposé qu'il y en ait) que lorsque la diversité serait fort grande; attendu que ces spectateurs ne peuvent aucunement apercevoir ce qui a été créé sur les autres. Dieu aurait pu en Amérique et dans d'autres pays fort éloignés avoir créé des êtres vivants ne ressemblant en rien à ceux d'ici; il ne l'a pourtant pas fait. Il lui a plu, il est vrai, d'établir une certaine diversité de formes entre nos animaux et plantes et les organismes d'outre-mer, mais là aussi les animaux ont des pattes et des ailes et à l'intérieur un coeur, des poumons, des intestins, des vulves, quoique toutes ces choses eussent pu avoir été ordonnées diversement pour chaque espèce de là-bas et aussi d'ici, par l'auteur infiniment capable. Il n'a donc pas apporté dans les choses créées toute la variété qu'il était en son pouvoir d'y mettre. Il s'ensuit qu'il ne faut pas attacher à l'argument que la Nature aspire à la nouveauté une si grande valeur que nous serions forcés par là d'admettre que l'équipement des autres Planètes doit être absolument différent de celui que nous connaissons ici sur notre Terre. Il est au contraire croyable que la principale différence entre les êtres engendrés à la surface de ces globes distants et les nôtres n'est que celle qui provient de leur distance du Soleil, supérieure ou inférieure à la nôtre, le Soleil étant pour chacun d'eux la source de la chaleur et de la vie. Mais par l'effet de cette différence des distances, il y aura chez ces êtres une diversité de matière plutôt que de forme ²⁵⁾.

Considérons donc généralement la matière dont sont formés les plantes et animaux

²⁵⁾ Assertion gratuite, nous semble-t-il.

Sed dicet aliquis, celerius quàm par est, hic nos progredi. Nam, ut non negetur res aliquas in Planetarum superficie reperiri, quæ ibi crescant & moveantur, Deoque auctore, non minus quam nostra hæc, dignæ sint; longè diversam tamen earum posse esse naturam, ut nec materia, nec crescendi more, nec extrinseca forma, aut internis partibus, quidquam iis, quæ apud nos sunt, simile habeant: ac talia sint denique, ut nihil ejusmodi in mentem homini venire possit. Hoc igitur jam quæramus quam sit verisimile; & an non potius credendum sit, non tantam esse diversitatem quanta existimetur. Favet eorum sententiæ, qui omnia alia illic imaginantur, quod Natura videtur varietatem plerumque, & plurimis in rebus, sectari; quodque Conditoris potentia hoc ipso magis declaretur. Sed cogitare debent, non esse hominum arbitrio definien- (p. 21). dum quàm magna ista sit varietas ac dissimilitudo. Neque, quia possit esse immensa, resque illæ ab intellectu, & comprehensione nostra penitus remotæ, idcirco necesse esse, ut reipsa tales existant. Quamvis enim similia omnia iis quæ apud nos sunt, sinxisset Deus in cæteris Planetis; nihilo minor esset spectatoribus eorum, si qui sunt, admiratio, quam si plurimum distarent: cum, quid in aliis effectum sit, nullo modo possint cognoscere. Potuisset in terris Americæ, aliisque longè remotis, aliqua creasse viventia, quæ his nostris nihil simile haberent; neque id fecit tamen. Nam formarum quidem diversitatem aliquam esse voluit, quibus animalia herbæque nostræ à transmarinis illis, dissiderent, sed & in his ipsis formis, inque crescendi & generandi modis, multa utrisque convenire fecit. Habent enim & illic animalia pedes, alas; atque intus cor, pulmones, intestina, vulvas; cum hæc omnia in unoquoque genere illorum, ac nostratum quoque, planè diversa ratione ordinari potuerint, ab infinitæ solertiæ opifice. Non igitur omnem varietatem quam poterat in rebus creatis, earum auctor exhibuit, nec | proinde argu- (p. 22). mento illi, quod a Naturæ novandi studio petitur, tantum tribuendum est, ut omnem, qui in cæteris Planetis est, ornatum ab eo, qui in Terra nostra conspicitur, prorsus alienum putemus. At contra credibile est, inter ea quæ in superficie istorum globorum generantur, quæque apud nos sunt, præcipuam esse differentiam, quæ ex majori, minorive, eorum a Sole, caloris vitæque fonte, distantia oriatur. Propter quam tamen magis materiam, quam formam rerum, variari necesse sit²⁵).

Non nimiam in his-
ce fingendam dissi-
militudinem.

Ad materiam vero quod attinet qualiumcunque stirpium, atque animantium, quæ

qui ornent les Planètes. Quoique nous ne puissions atteindre sa nature par la pensée, il ne nous est guère possible de mettre en doute que tous ces êtres, de même que les nôtres, croissent et se nourrissent de l'élément humide. En effet, presque tous les Philosophes sont d'avis que rien ne peut être produit autrement, et quelques-uns des plus éminents d'entre eux ont dit que l'origine de toutes choses c'est l'eau. Car les choses sèches et arides sont sans mouvement; et il est évident que sans mouvement rien ne peut accéder aux corps qui puisse contribuer à leur croissance. Mais les particules des liquides se meuvent continuellement les unes par rapport aux autres et de plus s'influencent partout avec facilité, de sorte qu'elles sont capables non seulement de se joindre elles-mêmes aux organismes croissants mais aussi de leur amener d'autres particules d'une nature diverse qu'elles charrient. C'est ainsi que par l'affluence de l'eau nous voyons d'une part croître les plantes et se parer de feuilles et de fruits, de l'autre des pierres provenir du sable par concrétion. Il est certain que les métaux et les cristaux, ainsi que les pierres précieuses, croissent de cette manière, quoique chez eux ceci ne puisse être constaté nettement à cause de la grande lenteur de leurs progrès et parce que souvent, à ce qu'il paraît, ils ne sont pas trouvés dans les lieux et cavités où il sont nés, en ayant été éloignés, semble-t-il, par de fort anciennes révolutions et convulsions de la Terre. Mais ce sont aussi de vraisemblables conjectures, basées sur des observations télescopiques, qui nous font admettre que l'élément aqueux ne fait pas défaut aux Planètes. En effet, il apparaît sur la surface de Jupiter certaines bandes plus obscures que le reste du disque, et celles-ci ne conservent pas toujours la même forme, ce qui est propre aux nuages. D'autre part des taches fixes que l'on aperçoit sur son globe, sont souvent longtemps recouvertes, étant apparemment cachées par des nuages dont ensuite elles émergent de nouveau. Il a de plus été parfois remarqué que des nues se forment au milieu du disque de Jupiter, qu'il s'y trouve certaines petites taches plus lucides que le reste et ne subsistant pas longtemps, lesquelles Cassini ²⁶⁾ pensait provenir de neiges entassées sur des cimes de montagnes. Il ne me paraît pas improbable, à moi, que ce soient des régions d'une terre plus blanche, généralement cachée par les nuages mais parfois libre d'eux.

Dans Mars aussi on voit des différences de clarté et d'obscurité qui ont permis de conclure à sa conversion, par rapport au Soleil, en 24 heures et 40 minutes ²⁷⁾. Mais

Que les eaux ne
manquent pas aux
Planètes.

²⁶⁾ Cassini avait observé Jupiter (et d'autres planètes) avec des lunettes de Campani, longtemps avant de venir en France. Voyez la note 4 de la p. 376 qui précède où nous renvoyons aussi au T. XV.

²⁷⁾ Suivant une observation de Cassini de 1666, dont Huygens avait jadis douté; consultez la note 12 de la p. 141 du T. XV, et aussi, au sujet des lunettes de Campani, le deuxième alinéa de la p. 194 qui précède, ainsi que la p. 211.

Planetæ exornant, et si qualis sit cogitatione allèqui nequeamus, illud tamen vix dubitari potest, quin ex elemento humido, uti nostra omnia, crescant & alantur. Nihil enim aliter gigni posse omnes sere Philosophi arbitrantur; & suere inter præcipuos, qui ex aqua omnium rerum originem esse dicerent. Etenim, sicca & arida quæ sunt, motu carent: absque motu vero nihil corporibus, quo augeantur, accedere posse manifestum est. At liquidorum particulæ, & inter se continue moventur, & facile sese ubique insinuant; quo fit, ut non tantum seipsas, sed & alias diversæ naturæ, quas secum vehunt, crescentibus apponere aptæ sint. Ita enim, aquæ affluxu, & herbas adulescere, soliisque & fructibus augeri, & lapides ex arena concrefcere cernimus. Itemque metalla & crystallos, gemmasque incrementa inde capere fatis constat, et si in his obscurius id animadvertitur, propter lentissimos progressus; quodque sæpe non in iis, quibus enatae sint, locis cavitatibusque reperiantur; pervetustis, ut videtur, Terræ ruinis convulsionibusque disjectæ. Sed aquæ elementum a Planetis non abesse, verisimiles quoque conjecturæ suppetunt, ex telescopiorum observationibus. Apparent enim in Jove tractus quidam reliquo disco obscuriores, iique non eadem semper forma permanentes, quod nubium proprium est. Maculæ vero, quæ immutabiliter globo ejus inharere conspiciuntur, sæpe longo tempore oblectæ manent, nubibus videlicet illis interceptæ, è quibus deinde rursus emergant. Atque etiam nubes in medio Jovis disco exoriri quandoque annotatum fuit, & maculas quasdam minores existere, reliquo corpore magis lucidas, neque eas diu superesse; quas Cassinus²⁶) ex nivibus esse conjectabat, (p. 23). cacumina montium insidentibus. Mihi non improbabile videtur, terræ regiones candidiores esse, superfusis nubibus plerumque occultatas, ac nonnunquam ab iis liberatas.

Apparent, etiam in Marte, lucis & obscuritatis discrimina, ex quibus conversio ejus ad Solem, viginti quatuor horis cum 40 scrupulis primis, absolvi reperta est²⁷);

Aquas a Planetis non abesse.

(p. 24).

Que celles-ci ne
sont cependant
pas absolument
semblables à la
notre.

on n'y a pas encore remarqué de nuages pour la raison que cette planète paraît beaucoup plus petite que Jupiter, même lorsqu'elle se rapproche de la Terre autant que possible; de plus la lumière de Mars est plus intensive, puisque celle-ci provient à plus courte distance de celle du Soleil; elle forme par conséquent un obstacle pour les observateurs. Et cette même clarté nous gêne encore davantage dans la contemplation de Vénus. Mais si la Terre et Jupiter ont des nuages et des eaux, il peut à peine être mis en doute qu'il s'en trouve aussi à la surface des autres Planètes. Je ne voudrais pourtant pas soutenir que ces eaux sont absolument semblables à la nôtre, quoiqu'il soit nécessaire qu'elles soient liquides pour les fonctions qu'elles doivent exercer, et transparentes pour être belles. En effet, l'eau que nous avons ici serait constamment gelée en Jupiter et en Saturne, à cause de leur grande distance du Soleil. Il faut donc se figurer que la nature des eaux Planétaires est adaptée aux régions où elles se trouvent de sorte qu'en Jupiter et Saturne elles se transforment plus difficilement en glace, tandis qu'en Vénus et Mercure elles se vaporisent moins aisément. Mais dans chaque planète il faut que le fluide attiré par le Soleil se condense de nouveau et retourne en son lieu pour que le Sol ne se dessèche pas entièrement. Or, le fluide ne tombera pas à moins que d'être condensé en des gouttes; ce qui lui arrivera comme chez nous après son ascension en un lieu plus froid que celui dont il était parti, ce dernier étant plus chaud à cause de sa situation plus basse, plus rapprochée du sol.

Que les plantes n'y
naissent et ne s'y
développent pas
d'une autre façon
que chez nous.

Nous avons donc dans ces globes des champs exposés aux rayons du Soleil et arrosés par des pluies ou par de la rosée; s'il y croît quelque chose, comme nous avons dit que cela doit être le cas tant pour l'utilité que pour la parure, il est probable que ceci a lieu de la même manière que chez nous, puisque le développement ne pourrait avoir lieu d'une façon beaucoup différente et en même temps meilleure; nous voulons dire qu'il s'accomplit par l'existence de racines attachées au sol et l'absorption de l'humidité par leurs fibres. Et il me semble que ces terres ne seront pas suffisamment parées si elles ne possèdent certaines plantes de haute stature constituant par conséquent des arbres ou quasi-arbres; puisque les arbres sont le plus grand et, aux eaux près, le seul ornement que la Nature puisse leur donner. Tout-le-monde se représente aisément l'amenité et la grâce qu'ils peuvent porter avec eux. Pour ne rien dire de l'usage fort général qui peut être fait de la matière dont les arbres sont composés. J'estime en outre que les plantes ne peuvent guère se propager et se perpétuer que par la production de semences; pour la raison que ceci semble être le moyen presque unique de propagation ²³⁾, et que c'est d'autre part un mode si admirable qu'il peut ne pas avoir été inventé pour notre Terre seulement. Rien, finalement, ne s'oppose à l'idée que la Nature, de même qu'il en est pour les diverses régions de cette terre-ci, fasse usage

²³⁾ Ici Huygens s'exprime trop fortement: voyez ce qu'il dit plus loin (p. 713) sur la propagation des plantes.

nubes tamen nondum fuerunt animadversæ, idcirco quod multò minor cernitur quam Jupiter; etiam cum maximè ad Tellurem appropinquat. Præterquam quod & intensior Martis lux, utpote a propiore Sole accepta, intuentibus impedimento est. Eademque lux magis etiam obstat in Venere. Sed si Tellus ac Jupiter nubes aquasque habent, vix dubitandum est quin & in cæteris inveniantur Planetis. Nec tamen nostræ prorsus similes esse aquas istas dixerim; etsi liquidæ ut sint, ad usus quos præstare debent, requiritur; ut verò perspicuæ, ad pulchritudinem. Nostra enim hæc, in Jove & Saturno, continuo gelu astringeretur, propter magnam Solis distantiam. Itaque putandum est naturam earum, quæ in Planetis sunt, ad suam quamque regionem attemperatam esse; (p. 25). ut in Jove quidem ac Saturno difficilius in glaciem vertantur, in Venere verò, ac Mercurio, minus facile in vapores abeant. In omnibus autem attractum a Sole humorem, subsidere rursus, & unde venit reverti, necesse est, ne penitus aridum Solum relinquatur. Non cadet autem nisi in guttas densatus; quod eveniet, sicuti apud nos, cum in frigidiorum locum ascenderit ex inferiore calidioreque ob terræ viciniam.

Nostræ tamen non prorsus similes.

Habemus igitur in globis illis campos Solis radiis expositos, pluviisque aut rore irrigatos, in quibus si quid enascatur; ut fieri debere utilitatis & ornatus gratia diximus; id eodem quo apud nos modo fieri verisimile est: cum nec aliter fere, nec melius possit. Ut nempe radicibus suis solo adhæreat, simulque harum fibrarum humorem inde combibat. Neque vero satis ornata mihi esse terræ istæ videbuntur, nisi stirpes quasdam habeant alte exerescentes, quæque adeo arbores, aut arborum instar, fiant: quandoquidem hæc maximum, ac, præter aquas, unicum sunt ornamentum, quod Natura terris largiri possit. Quæ quantum amœnitatis & gratiæ asserant facile unusquisque secum existimat. (p. 26). Ut omittam jam materiæ ex arboribus oportunissimum ad omnia usum. Porro vix aliter quoque propagari stirpes, aut perennare posse existimo, quam producendis feminibus²⁸). Cum unica fere hæc ratio videatur, eademque tam mirabilis, ut non solius Telluris nostræ gratia inventa sit. Denique nihil vetat, ut, quemadmodum in diversis hujus

Nec alia ratione illic nasci & propagari stirpes quam apud nos.

Que la même chose
s'applique aux
animaux.

pour les plantes dans toutes ces contrées fort éloignées de méthodes bien semblables. Le même raisonnement s'applique aux animaux; il n'y a pas de raison pour laquelle leur mode de se nourrir et de se multiplier sur les Planètes ne ressemblerait pas à celle d'ici; puisque tous les animaux de cette terre, qu'ils soient du genre des quadrupèdes, des oiseaux, des nageurs, des reptiles ou même des insectes, suivent une même loi de la nature. En effet, ils mangent tous soit des plantes et des fruits soit d'autres animaux qui en ont été nourris; et la génération de chacun d'eux a lieu par la conjonction du mâle et de la femelle et la fécondation des oeufs; c'est ce qu'on remarque partout ²⁹). Il est en tout cas certain qu'il est impossible que soit les plantes soit les animaux de là-bas persistent sans aucune propagation de leur espèce, puisqu'ils devraient périr et disparaître, ne fût-ce que par des accidents, que d'autre part les plantes, petites ou grandes, consistent en une matière humide et doivent donc pouvoir se dessécher; tandis que les animaux doivent être composés de membres mous et flexibles, non pas durs comme de la pierre; que si l'on imagine pour les animaux d'autres genèses, par exemple la provenance d'arbres, comme il a été longtemps cru que de certaines espèces britanniques de ces derniers naissent des canards, il est bien évident que ceci est nettement contraire à la raison à cause de la très grande différence qui existe entre le bois et la chair. Ou bien si quelqu'un opine que des animaux proviennent de limon, comme beaucoup d'auteurs l'ont rapporté pour les souris d'Égypte, quel homme intelligent ne voit pas que ceci est contraire à leur nature? et qui ne serait pas d'avis qu'il convient bien plus à la grandeur et sagesse de Dieu d'avoir créé en une fois des animaux de toutes espèces et de les avoir placés sur le globe terrestre par un certain procédé (que nul homme n'a encore pu deviner) que de devoir se donner continuellement la peine d'en faire sortir de nouveaux de la terre? D'ailleurs dans cette dernière hypothèse le charitable soin de parents ferait défaut à ces êtres nouveau-nés; or, nous savons que pour nourrir et élever les petits, l'instinct du soin a été donné, non sans nécessité, à chaque espèce de nos animaux. Mais quoique ce qui se rapporte à la multiplication puisse néanmoins être différent, il résulte en tout cas assez clairement des raisons alléguées ci-dessus que sur les terres Planétaires se trouvent généralement tant des plantes que des animaux, bien entendu afin que les autres Planètes ne soient pas inférieures à la nôtre. Ceci étant accordé, il faut également considérer comme nécessaire, afin que ces autres Terres ne soient pas moins bien parées que la nôtre, que la variété des plantes et des animaux n'y soit pas moindre que chez nous. Mais quelle peut être cette variété? Considérant pour tout genre de nos animaux leurs modes de se mouvoir, je vois que tout se réduit soit à marcher avec deux ou quatre pattes,

²⁹) Huygens ne savait apparemment pas encore que dans la nature il existe aussi une parthénogénèse.

terræ regionibus, ita in istis quoque longè remotis, idem in iis quæ ad stirpes attinent, Natura secuta sit.

Neque vero dispar ratio est in animalibus; cur non & pascendi, & generandi, modus similis putetur in Planetis ei qui est apud nos. Quia nempe universa terræ hujus animalia, sive quadrupedum generis, aut volucrum, aut natantia, aut reptilia, ipsaque insecta, idem naturæ præscriptum sequuntur. Vescuntur enim vel herbis, fructibusque, vel ipsis animantibus, quæ inde nutrita fuere: omniumque generatio per conjunctionem maris & sceminæ, perque sæcunditatem ovorum (nam & hæc ubique animadvertitur) peragitur²⁹). Nam hoc quidem certum est, fieri non posse ut, vel herbæ, vel animantia | quæ illic sunt, sine propagatione generis sui esse perseverent; quia vel fortuitis calibus interire ea ac deficere contingeret; cum herbæ stirpesque humida materia constent, eoque etiam exarescere debeant; animalia mollibus flexilibusque membris, nec, ut silices, duris. Quod si in his alias nascendi vias comminiscamur, velut ex arboribus; quemadmodum diu creditum est, ex harum genere quodam in Britannia anates nasci, apparet quàm id à ratione abhorreat, propter summam, quæ lignum inter carnesque est, differentiam. Vel si animalia ex limo terræ existere putemus, velut de muribus in Ægypto multi prodiderunt, quis, naturæ paulo intelligentior, non videt hoc alienum esse institutis ejus? aut quis non existimet multò magis convenire Dei magnitudini ac sapientiæ, ut semel omnis generis animantia creaverit, inque Terrarum orbem certo modo, (quem nemo hominum adhuc divinare potuit) imposuerit, quam ut perpetuo novis ex terra producendis vacare necesse habeat? Quibus alendis, educandisque, abesset quoque prorsus parentum cura ac charitas, quam necessaria quadam ratione, omni animalium nostrorum generi, | insitam, ingenitamque novimus. Sed hæc quæ ad propagationem attinent, etsi fortasse aliter sese habeant, hoc tamen rationibus superius adductis satis probatum est, & stirpes & animalia in Planetarum terris inveniri, ne scilicet sint hæc nostra viliores. Quod cum ita sit, tum quoque, ne minus, quam nostra Tellus, istæ aliæ ornatae sint, necesse est, ut non minor sit, in utroque genere illo, quàm apud nos varietas. Quænam vero hæc esse potest? Equidem cum, in omni animantium nostrorum genere, cogito quibus modis moveantur; omnia video eo reduci, ut vel pe-

Idem & de animalibus verum esse.

(p. 27).

(p. 28).

avec six ou même des centaines de pattes dans le cas des insectes, soit à voler dans l'air, par la force et la structure, l'une et l'autre si admirables, des ailes; soit à ramper sans pattes; soit à s'ouvrir une voie dans l'eau par des flexions véhémentes du corps ou encore par des membranes attachées aux pattes. Outre ces modes connus de se mouvoir il ne semble guère y en avoir d'autres imaginables.

Les animaux Planétaires feront donc usage de quelqu'un de ces modes ou bien aussi, du moins certains d'entre eux, de plusieurs de ces modes; de même que chez nous les oiseaux amphibies marchent avec leurs pattes et de plus nagent dans l'eau et volent dans l'air, et que les crocodiles et hippopotames occupent une place intermédiaire entre les genres terrestre et aquatique. Aucune autre manière de vivre, outre celles-ci, ne semble pouvoir être imaginée. Car quel autre milieu pourrait-ce être où vivraient des animaux que la terre solide ou bien un Élément liquide tel que notre eau, ou beaucoup plus liquide encore tel que l'air, ou du moins des milieux assez semblables? L'air pourrait sans doute y être beaucoup plus dense et plus pesant que chez nous et par là plus accommodé au vol, sans être moins transparent. Il pourrait aussi y avoir des couches superposées de différents liquides. Comme si, au dessus de la mer, on se figurerait une autre matière dix fois plus légère que l'eau et cent fois plus lourde que l'air, terminée en haut par sa surface à elle, de telle manière toutefois que des parties solides de terre en émergeassent. Il n'y a pas de raison pour laquelle nous devrions croire qu'une plus grande quantité de milieux de ce genre ferait présente sur les autres Planètes que sur la nôtre; s'ils s'y trouvaient en abondance les animaux ne pourraient néanmoins s'y mouvoir que suivant les modes dont il était question plus haut. Mais quant aux formes planétaires des animaux, si l'on a égard à leur grande et merveilleuse diversité dans les différentes régions de la terre, et au fait qu'en Amérique on trouve ce qui est vainement cherché ailleurs, il y a beaucoup de raisons pour nous considérer comme incapables d'en deviner aucune. Toutefois en songeant à tous les modes de locomotion ici rapportés, on peut dire qu'il ne ferait pas étonnant si quelque animal de là ne différât de quelque animal d'ici qu'autant que nos animaux diffèrent entr'eux. Je parle de ceux qui se ressemblent le moins.

Nous entendrons en effet le mieux la diversité des espèces Planétaires en ayant égard à l'admirable variété de formes des nôtres. Il est extrêmement vraisemblable qu'elles ne se montreraient pas moins nombreuses à nos yeux si quelqu'un de nous était mis en état de contempler de près le globe de Jupiter ou de Vénus.

Parcourons (car il ferait trop long de nous étendre sur chacune d'elles) les principales différences entre nos animaux, se faisant jour soit dans leur forme soit dans quelque propriété singulière; et cela pour les animaux terrestres, aquatiques et volatiles. Considérons combien grande est la dissemblance entre le cheval, l'éléphant, le lion, le cerf, le chameau, le porc, le singe, le porc-épic, la tortue, le caméléon; pour les animaux aquatiques entre la baleine et le phoque, la raie, le brochet, l'anguille, la seiche, le polype, le crocodile, le poisson volant, le gymnote, l'écrevisse, l'huître, le pourprier; pour les oiseaux entre l'aigle, l'autruche, le paon, le cygne, l'hibou, la chauve-

Qu'il existe une
fort grande variété
chez nos animaux.

dibus ingrediantur binis, quaternisve; insecta senis, vel etiam centenis; vel ut in aere volent, alarum mirabili vi & moderamine; vel sine pedibus reptent; vel flexu corporum vehementi, aut etiam pedum percussu, in aqua sibi viam aperiant. Præter hos incedendi modos, vix videtur alius dari, aut omnino mente concipi posse. Ergo quæ in Planetis extant animantia, uno aliquo ex his utentur; aut quædam pluribus etiam, quemadmodum apud nos aves amphibiarum; quæ & pedibus incedunt, & natant in aquis, & in aere volitant: & crocodili & hippopotami, inter terrestria, & aquatica, medii generis. (p. 29). Nulla autem præter hæc vita cogitari posse videtur. Quid enim esse possit, in quo animantia existant, præter tellurem solidam, aut Elementum liquidum, quale aquæ nostræ, aut multo liquidius, quale aer; aut illis similia. Possent enim esse aer multò, quàm apud nos densior, graviorque; eoque ad volandum accommodatior, neque tamen minus perspicuus. Possent etiam liquidorum plura genera, alia aliis superinducta esse. Velut si, super mare, incumbere cogitetur alia quæpiam materia, quæ decuplo levior sit aqua, centuplo gravior aëre; ac sua quidem superficie extrinsecus terminata, sed ut extra eam, terræ partes solidæ emineant. Sed non est, cur plura hujusmodi in cæteris Planetis, quàm in nostro, inveniri putemus, & si inveniantur, non tamen aliis modis ibi animalia moveri poterunt. Cæterùm quod ad varias eorum formas attinet; cum videamus in variis terræ regionibus miram adeo ac multiplicem diversitatem; inveniri in America quæ frustra alibi quæras; magna ratio est ut nullam earum formarum, quæ in Planetis extant, imaginando assequi nos posse credamus. | Quan- (p. 30). quam si omnes istos movendi modos cogitemus, quos hic recensui, nihil mirum esset non magis differre aliquod istorum animalium, à nostrate quopiam, quàm nostra discrepant inter se. Ea dico quibus minimum est similitudinis.

Quam varia porro sint genera eorum in Planetis ita optimè colligemus, si ad ea quæ apud nos sunt, miranque in iis formarum diversitatem, animum advertamus. Planè enim verisimile est, non minori numero occursuras, si quis ad Jovis, aut Veneris globum cominus spectandum admitteretur. Percurramus verò (nam de omnibus dicere longum esset) majores nostrorum animalium differentias, vel formâ, vel proprietate aliqua singulari notabiles; idque in terrestribus, aquatilibus, volucris. Cogitemus quæ sit inter equum, elephantum, leonem, cervum, camelum, porcum, simiam, histricum, testudinem, chamæleontem, dissimilitudo; quanta in aquaticis, cetum inter & phocam, raïam, lucium, anguillam, sepïam, polypum, crocodilum, piscem volantem, torpedinem, cancerum, ostream, muricem. In avium genere quantum discrimen, aquilæ, (p. 31). struthiocameli, pavonis, cygni, noctuæ, vespertilionis. Reptilia pro uno tantum genere

Summam animalium apud nos varietatem esse.

fouris. Prenons les reptiles pour une famille unique. Mais jetons les yeux chez les insectes sur les fourmis, les araignées, les mouches, les papillons, et ayons égard à cette merveille de la nature que des animaux volatiles sortent de vers. Or, nous savons de plus combien grand est pour chacun de ces groupes le nombre de ceux qui présentent de moindres différences.

Et une tout aussi grande chez ceux des Planètes.

Mais quelque grand qu'il soit, il faut croire qu'il n'y a pas moins de créatures différentes dans chacune des autres Planètes. Quoique toute conjecture sur leurs formes soit vaine, nous avons cependant déjà obtenu quelques résultats généraux sur leur manière de vivre; quant à leurs sens, nous en parlerons tantôt.

Que la même remarque s'applique aux plantes.

Nous pourrions signaler, de même que nous l'avons fait pour les animaux, les principales diversités entre nos différentes plantes basses et nos différents arbres. Par exemple celles qui existent entre le sapin, le chêne, le palmier, le cep, la figue, l'arbre qui produit les noix de Coco, l'arbre Indien des branches duquel proviennent en masse de nouvelles racines qui s'enterrent. De même, chez les plantes basses, la graminée, le pavot, le chou, la lierre, les melons, la figue Indienne où des feuilles épaisses succèdent à d'autres sans qu'il y ait un tronc, l'aloès. Et dans chacun des groupes existe l'abondance qu'on connaît des plantes qui présentent quelque moindre différence entre elles. Qu'on considère aussi leurs divers modes de propagation, comme par les semences, les noyaux, les boutures, les greffons, les bulbes: il faut admettre pour tout ceci une variété ni moins grande ni moins admirable dans le cas des terres Planétaires.

Qu'il existe sur les Planètes des êtres qui usent de raison.

Mais il me semble ne pas encore avoir touché ce qui dans cet examen est le principal et le plus intéressant aussi longtemps que je n'ai pas placé dans ces terres des spectateurs capables de jouir de tant de choses créées et d'en admirer la beauté et la variété. Or, j'observe que personne, ou presque personne, qui en est venu à méditer sur ces sujets, ne fût-ce que superficiellement, a révoqué en doute la nécessité de se figurer certains spectateurs Planétaires, non certes des hommes semblables à nous, mais cependant des êtres vivants usant de raison. Il leur a semblé que la parure de ces terres lointaines, quelle qu'elle soit, aurait été pour ainsi dire créée en vain, sans aucun but ou propos, s'il n'y avait pas eu ce dessein qu'elle serait contemplée par quelqu'un qui pourrait faire état de son élégance, en retirer les fruits, et admirer la sagesse du souverain architecte. Quant à moi, ce n'est pas là le principal argument qui me persuade de l'existence d'habitants raisonnables des Planètes. En effet, ne pourrions-nous pas dire que Dieu lui-même est le spectateur de ses créations — d'une autre façon sans doute que nous; mais qui doutera qu'il voit, celui qui a fabriqué les yeux? ³⁰) —

³⁰) Ceci est, peut-on dire, une citation du Psaume 94 (vs. 9) de l'Ancien Testament: „Celui qui plante l'oreille n'entendra-t-il pas? Celui qui forme l'oeil ne verra-t-il pas?" Voyez sur la construction de l'oeil la p. 721 qui suit.

cenſeamus. At in infectis formicas ſpectemus, araneos, muſcas, papiliones; & miram horum naturam, quod ex vermibus volatilia evadant. In omnibus vero his, ſcimus quàm magnus præterea ſit numerus minus diſſidentium.

At quantumque ſit, nihilo minorem eſſe in unoquoque reliquorum Planetarum putandum eſt. Quamvis vero de figura iſtorum animalium fruſtra per conjecturas quæ- Nec minorem in Planetis. ratur, tamen de vita eorum generatim jam aliquid aſſecuti videmur; & de ſenſibus erit in ſequentibus quod dicamus.

Sicuti verò animantium, ita ſtirpium quoque & arborum noſtrarum præcipuæ diſferentiæ expendi poſſunt. Velut quæ in abiete, quereu, palma, vite, ſicu; tum ea quæ Idem in ſtirpibus locum habere. nices, Cocos dictas, generat arbore; itemque alia apud Indos, è cujus ramis radices novæ pullulant, inque terram demittuntur. Item, in herbis, gramen, papaver, braſſica, hedera, pepones, ſicus Indica foliis craſſis, ſine caule, ſuccreſcentibus, aloë. In quibus rurfus ea quam ſcimus, minus diſſimilium eſt copia. Ad hæc propagandi viæ variæ (p. 32). inſpiciantur; velut ex ſeminibus, nucleis, taleis, inſitione, bulbis. Quibus omnibus nihilo pauciora, aut minus miranda, in Planetarum terris reperiri, exiſtimandum ſit.

Sed quod in hac diſquiſitione præcipuum eſt, plurimamque jucunditatem habet, nondum attigſſe mihi videor; quamdiu nullos in terris illis ſpectatores poſui, qui tot rebus creatis fruantur, pulchritudinemque, & varietatem earum, admirentur. Et video quidem, neminem fere eorum, quibus vel leviter hæc meditari contigit, dubitaſſe quin ſpectatores aliqui in Planetis collocandi ſint: non quidem homines nobis ſimiles, ſed animantia tamen ratione utentia. Nempe iis viſum eſt, qualemcumque terrarum iſtarum ornatum, velut fruſtra, nulloque ſine aut conſilio, fore procreatum, ſi non hoc propoſitum fuiſſet, ut ab aliquo cerneretur, qui intelligere ejus elegantiam poſſet, fructumque ſimul percipere, & ſummi opificis admirari ſapientiam. Ego vero non hoc præcipuum argumentum habeo, cur animal rationis particeps Planetas incolere exiſtimem. In Planetis eſſe animantia, quæ ratione utantur. Quid ſi enim dicamus ipſum Deum ſpectare quæ effecit; (alia quidem ratione quam (p. 33). nos, ſed videre eum quis dubitet qui oculos fabricatus eſt³⁰?) iſſque delectari, neque

qu'il en tire, lui de la jouissance et qu'il ne faut rien de plus? N'a-t-il pas créé pour ce but tant les hommes eux-mêmes que plus généralement l'univers et tout ce qu'il contient? Ce qui me pousse surtout à croire à l'existence d'êtres Planétaires raisonnables, c'est donc autre chose: savoir que notre Terre aurait un trop grand avantage et une trop grande noblesse par rapport aux autres Planètes si elle possédait seule un animal qui surpassât de si loin tous les autres, pour ne rien dire de sa supériorité par rapport aux plantes; animal dans lequel il y a quelque chose de divin ³¹⁾ par lequel il prend connaissance d'innombrables choses, les entend et les fixe dans sa mémoire, recherche la vérité et s'en fait juge; tel aussi que tout ce que la terre produit semble avoir été apprêté pour lui. En effet, il fait usage de tout. Il construit des maisons avec le Bois, la pierre et le métal; il mange les oiseaux, les poissons, le bétail et les herbes; il prend avantage de l'Eau et des vents pour naviguer; il jouit de l'odeur des fleurs et de leurs belles couleurs. S'il n'existe aucun animal de ce genre sur les Planètes, que pourrait il y avoir d'also valable par lequel ce défaut serait compensé? Supposons en Jupiter une beaucoup plus grande variété d'animaux, plus d'arbres, d'herbes, de métaux: rien dans tout ceci ne conférera à ce monde une dignité pareille à celle que possède le nôtre par l'admirable nature de l'esprit humain. Si mon jugement me trompe en cette rencontre, j'avoue être incapable d'estimer la valeur des choses.

Et que personne ne dise qu'il existe dans ce même genre humain tant de maux et de vices qu'on peut bien mettre en doute si, en attribuant un animal de ce genre aux mondes Planétaires, il en résultera pour elles de la dignité et du décor, ou bien tout le contraire. D'abord, disons-nous, les vices de la plupart des hommes n'empêchent pas que ceux qui s'appliquent à la vertu et au droit usage de la raison ne doivent être considérés comme quelque chose de fort beau et excellent. D'autre part il est permis de croire que ces vices de l'âme aussi n'ont pas été donnés à l'homme sans la volonté de l'être souverainement sage. En effet, comme par la volonté et la providence de Dieu la Terre et ses habitants sont tels que nous les voyons; car il serait absurde de penser que toutes les choses d'ici se sont développées autrement qu'il ne l'avait voulu et prévu; il faut, dis-je, admettre qu'une si grande diversité d'âmes n'a pas été donnée aux mortels sans raison, mais que le mélange de ce qui est méchant ou mauvais avec ce qui est bon, et les infortunes, guerres et calamités qui en résultent, se produisent dans ce but que les esprits soient tenus en alerte, la nécessité nous forçant à être actifs et à nous exercer à rechercher des moyens de défense contre nos ennemis ainsi qu'à nous demander avec quelles machines et quels projectiles nous pourrions les attaquer. La même nécessité nous oblige, en cherchant à combattre la pauvreté et la misère, à inventer divers arts et à scruter la nature, par la connaissance de laquelle nous nous

Que les vices des hommes ne font pas obstacle à ce qu'ils servent de décor à la terre.

³¹⁾ Comparez la p. 663 de notre Avertissement, ainsi que la première ligne de la p. 366 qui précède.

præterea quidquam requiri. Nonne enim ob hoc ipsum & homines condidit, & quicquid continet mundus universus? Itaque quod præcipue me movet, ut rationabile animal in Planetis non deesse credam, hoc est, quod nimia Terræ nostræ præ cæteris illis esset præstantia ac nobilitas, si sola animal haberet tam longe cæteris omnibus animalibus, nedum stirpibus præcellens; in quo inest divinum quiddam³¹), quo cognoscit, intelligit, res innumeras memoria complectitur, veri expendendi judicandique capax est; cujus denique gratia quicquid terra progenerat paratum esse videtur. Omnia enim in usus suos vertit. Lignis, lapidibus, metallis, domos extruit; Avibus, piscibus, pecore & herbis vescitur; Aquæ & ventorum commodis ad navigandum utitur; ex florum odore pulchrisque coloribus voluptatem percipit. Si nullum in Planetis est ejusmodi animal, quid esse queat, quod tanti æstimandum sit, quove is defectus pensetur? Pone in Jove majorem multo animantium varietatem; plures arbores, herbas, metalla: nihil erit in omnibus his, ob quæ tantum dignitatis accedat isti mundo, ac nostro propter humani ingenii mirabilem naturam. Hic si me judicium fallit, fateor me pretia rerum æstimare nescire.

(p. 34).

Nec dicat aliquis, tantum malorum ac vitiorum eidem humano generi inesse, ut merito dubitari possit, an, tale quodpiam animal Planetariis mundis tribuendo, dignitas iis ornamentumque, an his contraria accessura sint. Primum namque non impediunt vitia, majori hominum parti insita, quin ii qui virtutem, ac rectum rationis usum sectantur, tanquam pulcherrimum quid præstantissimumque censendi sint. Præterea credibile est, ipsa illa animi vitia, magnæ hominum parti, non sine summo consilio data esse. Cum enim Dei voluntate ac providentia talis sit Tellus, ejusque incolæ, quales cernimus; absurdum enim foret existimare omnia hæc alia facta esse, quam ille voluerit, sciveritque futura; putandum est utique non frustra multiplicem adeo animorum diversitatem mortalibus esse insitam; sed malorum cum bonis mixturam, quæque inde eveniunt infortunia, bella, calamitates, eo sine accedere, ut necessitate urgente stimulosque admovente, ingenia excitentur, exerceanturque, dum quærimus ea quibus ab hostibus nos tutemur, quibusve machinis telisque eos persequamur: Utque paupertatem ac miseriam depellere conantes, varias artes exquiramus, naturamque scrutemur, ex cujus cognitione deinde auctoris potentiam prudentiamque admirari necesse sit:

Non obitare hominum vitia quo minus decorem terræ concilient.

(p. 35).

voyons ensuite forcés d'admirer la puissance et l'intelligence de son auteur, auxquelles sans cela nous aurions peut-être, dans notre ignorance, été aussi indifférents que les bêtes. Car il ne faut pas tirer en doute que si les hommes étaient dans une paix continuelle et dans une continuelle abondance, il serait possible qu'ils ne vécussent que comme les brutes ou peu s'en faut, dénués de toute science et ignorant la plupart des commodités par lesquelles la vie se fait meilleure et plus agréable. L'admirable art d'écrire nous ferait défaut si la nécessité la plus stricte, tant dans les commerces que dans les guerres, ne nous eût poussés à l'inventer. C'est à elle que nous devons l'art de naviguer, celui de semer, ainsi que la plupart des autres inventions dont nous jouissons; et de même la connaissance de tous les secrets de la nature trouvés par voie expérimentale. Il faut en conclure que les choses mêmes qui ont porté à critiquer la nature imparfaite en apparence de la raison peuvent être dites être de grand avantage pour la talonner et la parfaire. Les vertus elles-mêmes, le courage et la constance, ne peuvent guère apparaître que dans les dangers et l'adversité.

Supposé que sur les autres Planètes il existe un genre d'animaux raisonnables doués à peu près des mêmes vertus et des mêmes vices que les hommes, celui-ci doit donc être considéré comme un élément de tant de valeur que sans lui elles seraient de beaucoup inférieures à notre Terre.

Et que chez les habitants des Planètes la raison n'est pas fort différente de la nôtre.

Mais après avoir posé l'existence d'habitants raisonnables des Planètes, on peut encore se demander si ce que nous appelons raison chez eux est la même chose que ce qu'ici nous désignons par ce terme. Il semble bien qu'il faille répondre qu'oui, en ajoutant qu'il ne peut guère en être autrement, soit que nous considérions l'usage de la raison dans ce qui appartient aux mœurs et à l'équité, soit ce même usage dans ce qui regarde les principes et fondements des sciences. C'est en effet chez nous la raison qui nous inculque les sentiments de la justice, de l'honnêteté, de la louange et de la gloire, de la clémence, de la gratitude, et qui généralement nous apprend à distinguer le mal d'avec le bien; c'est elle qui rend notre esprit capable de discipline et d'inventions multiples. Pourrait-il exister ailleurs une raison différente? Tiendrait-on pour injuste ou criminel en Jupiter ou en Mars ce qui chez nous est jugé juste et louable? Certes ceci n'est ni vraisemblable ni même possible. En effet, comme — nous le constatons ici — le régime de la raison est nécessaire pour conserver la vie et la société (or, nous ferons voir que cette dernière aussi existe chez les planéticoles), il s'ensuit qu'en statuant ce qui est contraire à ses décrets, il en résulterait la ruine et subversion de ceux qui seraient doués d'une mentalité si perverse. Mais la conservation, nous le voyons, a été partout le but que l'auteur des choses s'est proposé. Et bien que les affections de l'âme puissent chez les habitants de ces contrées éloignées être quelque différentes de celles que nous éprouvons, par exemple dans ce qui a trait à l'amitié, à la colère, à la haine, à l'honnêteté, à la pudeur, au sentiment du convenable, on ne peut cependant tirer en doute que dans la recherche de la vérité, dans la logique et surtout dans les jugements qui se rapportent à la quantité et à la grandeur, ce dont s'occupe la Géométrie (s'ils ont quelque chose de tel, ce que nous examinerons un

quas forſan alias pari ſtupore ac beſtiæ præteriſſemus. Nec enim dubitandum eſt, ſi in continua pace, omniumque rerum aſſluentia homines ætatem agerent, fieri poſſe ut admodum diu, non aliter ſere quam bruta animalia, victuri ſint; omnis ſcientiæ expertes, pluriumque commodorum ignari, quibus melius jucundiusque vita tranſigitur. Careremus mirifica illa ſcribendi arte, niſi ſumma in commerciis bellique neceſſitas eam extendiſſet. Huic artem navigandi, huic ſerendi debemus, maximamque partem cæterorum quibus fruimur inventorum; itemque naturæ arcana ſere omnia, inter experiendum reperta. Ita ea ipſa propter quæ incuſanda rationis facultas videbatur, poſſunt dici ad perficiendam exaſcuendamque eam plurimum prodeſſe. Nam & virtutes (p. 36). ipſæ, fortitudo animi, & conſtantia, vix aliter quam in periculis rebusque adverſis apparere poſſunt.

Quod ſi igitur genus animalium rationale in cæteris Planetis eſſe cogitemus, quod virtutibus vitiſque ſere iſdem atque homines præditum ſit, id tanti eſſe exiſtimandum eſt, ut, abſque iis, longè quàm Tellus hæc noſtra viliores futuri ſint.

Poſitis vero ejuſmodi Planetarum incolis ratione utentibus, quæri adhuc poteſt, Nec rationem in Planetarum incolis à noſtra diverſam eſſe. anne idem illic, atque apud nos, ſit hoc quod rationem vocamus. Quod quidem ita eſſe omnino dicendum videtur, neque aliter fieri poſſe; ſive uſum rationis in his conſideremus quæ ad mores & æquitatem pertinent, ſive in iis quæ ſpectant ad principia & fundamenta ſcientiarum. Etenim ratio apud nos eſt, quæ ſenſum juſtitiæ, honeſti, laudis, clementiæ, gratitudinis ingenerat, mala ac bona in univerſum diſcernere docet: quæque ad hæc animum diſciplinæ, multorumque inventorum capacem reddit. Exſtarene alibi diverſa ab hac ratio? cenſereturque injuſtum aut ſceleſtum in Jove aut Marte, quod apud nos juſtum ac præclarum habetur? Certè nec veriſimile eſt, nec (p. 37). omnino poſſibile. Cum enim rationis, qualem hic agnoſcimus, ductu opus ſit ad tuendam vitam ac ſocietatem (nam & hanc apud Planeticolas reperiri oſtendemus) ſi contraria ejus decretis ſtatuantur, ſequetur ruina ac ſubverſio eorum, quibus ejuſmodi mens perversa contigiſſet. At conſervatio, ut videmus, rerum conditori ubique propoſita eſt. Verum ut ut affectiones animi à nobis aliquatenus diverſæ ſint apud iſtos longinquarum terrarum habitatores, puta in his quæ ad amicitiam, iram, odium, honeſtatem, verecundiam, decorem attinent; non tamen dubitari poteſt, quin in veri inveſtigandi ſtudio, judicandis rationum conſequentiis, ac præſertim in ratiociniis, quæ ad quantitatem ac magnitudinem ſpectant, circa quæ Geometria verſatur, (ſi quid

peu plus loin), on ne peut, dis-je, tirer en doute que leur raison ne soit entièrement semblable à la nôtre et ne suive la même voie; que ce qui est vrai pour nous ne le soit aussi dans les autres Planètes ³²). Quoique dans ces matières une perspicacité ou aptitude supérieure ou inférieure à la nôtre puisse être échue à leurs habitants.

Que les sens ne leur
font pas défaut.

Ni la vue.

Mais je sens m'être aventuré trop loin: il fallait d'abord instituer un examen sur les sens corporels des Planétiens. S'ils en étaient dépourvus ils ne pourraient guère être censés avoir une vie comparable à celle des animaux ou posséder les organes permettant l'exercice de la raison. Or, je pense qu'on peut faire voir par une argumentation probable, que tant leurs animaux brutes que leurs êtres raisonnables s'accordent en ce qui concerne les sens avec ceux qui habitent cette terre-ci. Si nous nous représentons d'abord ce qui constitue chez les animaux la faculté de voir, sans laquelle ils ne pourraient pas même paître ni éviter les dangers ni avoir une autre vie que celle des taupes ou des vers de terre, nous comprendrons que nécessairement là où il existe des animaux supérieurs à ces derniers, ils doivent, là-bas aussi, être munis d'yeux, puisque rien n'est de la même importance pour conserver ou embellir la vie. Ayant égard à la merveilleuse nature de la lumière et à l'admirable artifice des yeux construits pour en tirer partie, nous saisirons aisément que la perception d'objets fort éloignés avec la compréhension de leurs formes et la différenciation des distances ne peuvent être obtenues autrement que par des yeux. En effet, tant ce sens-ci que tous les autres à nous connus ne peuvent exister que grâce à un mouvement venant du dehors. Dans le cas de la vue ce mouvement, comme nous l'avons expliqué ailleurs, part du Soleil ou des étoiles fixes, ou bien du feu, dont les particules agitées d'un mouvement fort rapide poussent et choquent continuellement la matière céleste environnante, impulsion qui se communique avec une très grande vitesse des particules proches à d'autres fort éloignées, à peu près de la même manière que le son se propage par l'air. Sans ce mouvement, sans la matière éthérée qui remplit les espaces célestes intermédiaires, nous ne pourrions voir ni le Soleil ni les étoiles ni même d'autres objets plus rapprochés, puisque c'est ce mouvement qui, réfléchi par eux, doit nous parvenir: ce mouvement, aperçu par le sens de la vue, constitue ce que nous appelons la lumière ³³). Dans ce sens il y a surtout ceci d'admirable que par la méthode de la construction il a pu être rendu assez fin pour être affecté par la moindre petite commotion de la matière céleste et reconnaître en même temps d'où elle provient. Il est également merveilleux que les innombrables traînées de secousses de ce genre ne se gênent en rien, que les

³²) Comparez (p. 531 qui précède) ce que Huygens disait dans un traité antérieur sur la valeur universelle de la géométrie euclidienne et plus généralement sur le caractère nécessairement uniforme, à son avis, des sciences mathématiques en général pour les habitants de toutes les planètes de l'univers.

³³) Voyez le „Traité de la Lumière” dans le T. XIX.

habent ejusmodi, quod mox inquiremus) non, inquam, dubitari potest, quin prorsus similis sit, eadeinque via ingrediatur illorum ac nostra ratio; quodque apud nos verum est, idem sit in cæteris Planetis³²). Et si vis ac facultas in his rebus major minorve illorum incolis fortasse quam nobis contigerit.

Sed jam nimis longè provectum me esse sentio. Ante enim dispiciendum erat de (p. 38).
 sensibus corporeis istorum in Planetis agentium, quibus si carerent, vix jam aut vitam, ut animalia, sortiti esse videri possint, aut habere, in quo rationis usum exerceant. Puto autem ostendi posse probabilibus argumentis & bruta animantia, & quibus ratio inest, convenire, in his quæ ad sensus attinent, cum iis quæ terram hanc incolunt. Primum namque si cogitemus quid sit in animalibus videndi potestas, absque qua neque pascendi ratio esset, nec pericula vitandi; nec denique vita alia quam talparum aut lumbricorum; prorsus necesse esse intelligemus ut, ubi sunt animalia his præstantiora, ibi & visu prædita sint. Cum nihil ad vitam vel conservandam, vel exornandam æque conducat. Quod si vero inspicimus mirabilem lucis naturam, stupendumque artificium, quo ad eam fruendam oculi comparati sunt, facile cognoscemus, perceptionem rerum procul distantium, cum circumscriptione formarum, discrimen intervallorum, non alio
 modo, quam qui ex visu sit, institui posse. Non enim potest hic sensus, imo nec alius
 quisquam eorum quos novimus, existere, quam ex motu extrinsecus adveniente. Qui
 motus, ut alibi explicuimus, in efficiendo visu, à Sole proficiscitur, aut stellis inerranti-
 bus, aut igne; quorum particulae celerrima agitatione concitæ, circumfusam cælestem
 materiam continue pullant, impelluntque; qui impulsus a proximis ad longe distitas
 citissime propagetur, fere eo modo quo sonus per aerem. Absque hoc motu, materiaque
 ætheris qui intermedia cæli spatia complet, nec Solem nec stellas cernere possemus;
 neque etiam alia quæ propiora sunt corpora; cum ab his ad nos idem ille motus re-
 percussus pervenire debeat. Hic, oculorum sensu perceptus, lux appellatur³³). Inque
 eo sensu mirabile est ante omnia, quo pacto ad tantam subtilitatem perducì potuerit,
 ut minimà cælestis materiæ commotiunculâ afficeretur, simulque qua ex parte illa
 oriretur perciperet. Tum quomodo nihil sese mutuo impediunt innumeri ejusmodi
 pulsuum processus, sphaericæque superficies, aliæ alias trajicientes. Hæc omnia tam
 Nec deesse illis
 sensus.
 Nec visum.
 (p. 39).

innombrables surfaces sphériques se traversent les unes les autres. Tout ceci a été arrangé d'une manière si admirable et si subtile que des intelligences humaines auraient été incapables d'en inventer la moindre partie, et qu'elles fussent à peine pour comprendre cet agencement. Car que pourrait-il y avoir de plus étonnant que le fait qu'une petite partie du corps a été fabriquée de telle façon qu'à son aide l'animal aperçoit la figure, la position, le mouvement quelconque, la distance d'objets éloignés, et cela avec la variété des couleurs qui lui permet de les distinguer encore mieux. La construction hautement ingénieuse de l'oeil capable de produire sur la surface concave de la choroïde une parfaite image des choses extérieures, passe les bornes de notre admiration : il n'y a rien où Dieu a plus manifestement exercé l'art de la Géométrie ³⁴). Et tout ceci n'a pas seulement été inventé et fabriqué avec une industrie suprême, mais en en faisant un examen détaillé on se persuade que cette construction n'aurait pas pu avoir été autre qu'elle n'est : on voit que d'une part la lumière ne pourrait offrir à nos sens les objets distants que par la communication d'un mouvement agitant la matière céleste, et que d'autre part il n'existe aucun artifice autre que l'oeil capable de nous en présenter des images si distinctes. Je suis donc d'avis que toute personne est dans l'erreur qui ose soutenir que ces mêmes choses eussent pu avoir été ordonnées d'un grand nombre d'autres façons. C'est pourquoi il est absolument croyable que ceci se trouve dans les régions Planétaires tout comme ici, que pour les animaux qui vivent là-bas, la manière de voir est exactement la même. Ils auront donc des yeux, deux au moins, afin de pouvoir percevoir les distances des objets qui se trouvent devant leurs pieds, sans quoi on ne peut guère marcher avec assurance. Ceci s'applique à la grande majorité des animaux Planétaires lesquels dans leurs vies ont besoin de ces organes. Quant à ceux d'entre eux qui sont doués de raison et d'intelligence, plus ils peuvent tirer profit de la vue, plus aussi est-il certain qu'ils ont été dotés de ce sens magnifique. En effet, nous percevons, nous, la beauté des couleurs, l'élégance des formes, l'harmonie des choses; nous lisons, nous écrivons, nous contemplons le ciel et les astres, nous mesurons leurs orbites et leurs distances; or, l'on verra un peu plus bas jusqu'à quel point ceci s'applique aussi aux Planéticoles.

Ni l'ouïe.

Bornons-nous pour le moment à rechercher s'il est vraisemblable que nos autres sens leur soient aussi tombés en partage. Quant à l'ouïe, beaucoup de raisons nous poussent à croire qu'elle existe chez tous les animaux de là-bas. En effet, l'ouïe est de grande utilité pour sauvegarder la vie de dangers, attendu que c'est souvent par le son et le fracas qu'un malheur imminent est reconnu, surtout la nuit et dans les ténèbres lorsque le secours des yeux fait défaut. Nous voyons aussi que plusieurs animaux appellent leurs semblables en se servant de leurs voix, qu'ils se communiquent par elles

³⁴) Comparez les p. 797-799 du T. XIII.

mira ac subtili ratione constituta sunt, ut nec minimam eorum partem hominum ingenia excogitare potuissent, cum vix etiam quomodo sese habeant comprehendere queant. Quid enim tam mirabile, quam particulam corporis quandam ita fabricatam esse, ut ejus opera animal sentiat procul positum corporum figuram, positum, motum quemlibet, distantiam; idque etiam cum colorum varietate, quo distinctius ea dignosceret. Oculi vero præter hæc artificiosissima constructio, quæ perfectam rerum extra positarum picturam in cava choroidis superficie imprimere apta est, omnem profecto admirationem superat, neque est in quo manifestius Geometriæ artem Deus exercuerit³⁵). Atque hæc non tantum solertia summa inventa & fabricata sunt, sed & videntur esse ejusmodi, si quis propius attendat, ut non alia ratione perfici potuerint quàm hac quam cernimus. Nam neque lux aliter, quàm communicato motu per materiam cælestem, res longo intervallo remotas sensibus nostris offerre poterat; nec oculorum artificio ullum aliud par dari ad distinctè referendas rerum imagines. Ut valde eos falli arbitrer, siqui hæc eadem multis modis ordinari potuisse contendere audeant. Quare omnino credibile est utrumque istud eodem modo se habere in Planetarum regionibus atque hic; neque aliam esse iis, quæ illic habitant animantibus, videndi rationem. Habebunt igitur oculos; atque etiam binos minimum, quod possint rerum ante pedes positarum distantias percipere, sine quo vix tutò ingredi licet. Et hæc quidem ad vitæ usum necessariò tribuenda sunt animantibus Planetarum univertis fere. Quæ vero ratione & mente prædita sunt, cum alias quoque ex visu utilitates capere possint, tantò magis consentaneum est ut tam præclaro munere donata sint. Nos enim colorum pulchritudinem, formarum elegantiam, ac concinnitatem visu percipimus; legimus, scribimus, cælum & astra contemplamur, eorumque cursus, magnitudinesque metimur; quæ quatenus ad Planetarum incolas quoque pertineant, paulo post videbimus. Nunc illud prius quæramus an cæteros quoque sensus nostros iis contigisse verisimile sit. Ac de auditu quidem multa suadent, ut cunctis, quæ illic sunt, animalibus eum inesse credamus. Prodest enim plurimum ad vitam à periculis tutandam; cum sonitu ac fragore sæpe imminens infortunium cognoscatur; præsertim noctu atque in tenebris, cum oculorum auxilium ereptum est. Videmus præterea ut animalia pleraque vocis sono sui similia advocent, multaque inter se significant, nobis quidem parum intellecta, sed plura fortasse quam putamus. Apud ea vero quæ ratione utuntur, si cogitemus quam mirabilis sit vocis & auditus oportunitas, vix credibile

(p. 40).

(p. 41).

Non auditum.

(p. 42).

bien des choses inintelligibles pour nous et cependant, peut-être, de plus grande portée que nous ne serions tentés de le croire. Mais pour ce qui est des êtres raisonnables, si nous songeons combien admirable est la faculté de parler et d'entendre, il semblera à peine croyable que ce sens si utile, que le grand artifice de l'articulation aient été inventés seulement pour cette Terre et pour nous. Ne manquerait-il pas beaucoup à leur commodité et à un bonheur semblable au nôtre s'ils étaient dépourvus d'un si grand bénéfice? Quoi d'autre pourrait compenser ce défaut? Que si nous considérons en outre avec quel art et industrie la nature a obtenu que ce même air par la respiration duquel nous vivons, par le souffle duquel nous naviguons, qui met les oiseaux en état de voler; que cet air, dis-je, est en même temps fait pour recevoir et propager le son; que le son, lui, est capable de former des discours et à les introduire dans nos oreilles, pourrions-nous croire que dans ces terres lointaines la nature en ait négligé cet insigne usage? On pourra, ajoutons-nous, difficilement nier l'existence d'un air qui pèse sur ces terres, lorsque nous aurons rappelé qu'en Jupiter il paraît des nuages: de même que ceux-ci sont composés de fort petites gouttes d'eau, ainsi l'air qui entoure la terre de près est formé pour une grande partie de particules d'eau volant séparément ³⁵). Ce qui nous persuade aussi de l'existence d'air auprès des globes Planétaires, c'est que la respiration qui soutient la vie de tous les animaux d'ici, semble être une institution générale de la nature tout aussi bien que la nutrition par les fruits de la terre.

Ni l'air capable de conduire le son.

Ni le sens de l'atouchement.

Je continue en parlant des autres sens des animaux. Il appert que le sens du tact a été donné avec une absolue nécessité à tous ceux d'entre eux qui sont recouverts d'une peau molle et flexible, afin qu'ils puissent se garder par la fuite de ce qui pourrait leur faire du mal; tandis que sans lui ils recevraient des plaies, des coups, des contusions multiples. En quoi la nature a été si prévoyante qu'elle n'a voulu rendre aucune partie de la peau exempte du sentiment de la douleur. Il est donc absolument croyable que cette faculté si nécessaire à la conservation des animaux ait aussi été donnée aux habitants des planètes.

Ni l'odorat, ni le goût.

Quant à l'odorat et au goût, qui ne voit que ceux-ci sont nécessaires aux paissants pour pouvoir distinguer les aliments utiles des herbes nocives ou peu profitables? S'il est vrai que dans ces régions-là les animaux se nourrissent d'herbes, de semences, peut-être aussi de chair, il est croyable qu'ils ne manquent pas non plus de ces sens si nécessaires pour se garder et pour choisir.

Je fais que quelques-uns se sont demandés s'il ne peut y avoir dans la nature d'autres sens que les cinq que nous venons d'énumérer: si l'on répond affirmativement à cette question, il faut peut-être avoir égard à la possibilité que les sens des animaux planétaires soient tout autres que les nôtres. Rien en effet ne s'oppose à ce qu'il puisse

³⁵) Voyez sur l'air et l'eau les p. 195—196, 212 et 319 du T. XIX.

videbitur tam utilem sensum, tantumque loquendi artificium, hujus Terræ nostræ, ac nostri tantum causâ fuisse inventum. Quomodo enim illis non multum desit ad vitæ comoda, & felicitatem nostræ similem, qui tanto beneficio carent: aut quam alia re pensari hoc possit? Quod si porro consideremus, quam pulchre, quamque industrie natura hoc effecerit, ut idem ille aer, cujus respiratione vivimus, cujus statu navigamus, qui, ut volare queant, avibus præstat; ut, inquam, idem ille ad exprimendum proferendumque sonum comparatus sit; sonus verò ad formandum, auribusque ingerendum sermonem; vix credemus insignem hunc aeris usum, in terris istis longinquis eam neglexisse? Esse enim illic aerem qui terris incumbat, vix dubitari potest, cum nubes in Jove apparere dixerimus. Sicut enim hæ ex aquæ guttulis minimis constant, ita ex particulis aquæ scorsim volitantibus magna ex parte formatur aer ille qui propius terram circumdat³⁵). Quem Planetarum globis adesse etiam hoc suadet, quod respirandi ratio, qua vita sustentatur omnium quæ hic habemus animantium, videtur omnino ex universalioribus illis naturæ institutis esse, velut nutriri ex fructibus terræ.

Nec per quem sonus perferatur aërem.
(p. 43).

De sensibus autem reliquis animalium ut dicere pergam, cum sanè qui ex tactu oritur, necessitate summa datum esse apparet omnibus iis quæ molli flexilique pelle teguntur, quò à lædentibus caveant refugiantque; cum absque eo vulnera, plagas, contusionesque crebras acceptura fuerint. In quo tam provida natura fuit, ut, ne minimam quidem pellis particulam, doloris sensu vacare voluerit. Itaque hanc facultatem, tam necessariam ad conservandam animalium incolumitatem, omnino credibile est etiam planetas inhabitantibus inditam esse.

Nec tactum.

Odoratum vero ac gustum quis non videt necessaria esse pascentibus, quo conductibilia a noxiis, nihilve profuturis dignoscant. Itaque si herbis, seminibus, aut fortasse carnibus quoque in regionibus istis animalia alantur; | etiam his sensibus, tam ad cavendum, appetendumque necessariis, credibile est ea non destitui.

Nec odoratum, nec gustum.
(p. 44).

Scio à nonnullis fuisse quæsitum, an non alii præter eos quinque quos diximus, naturâ dari potuerint. Quod quidem si concedatur, forsitan dubitandum sit animalium planetariorum sensus longè alios esse ac nostratum. Nec sanè obstare quidquam videtur quo minus alii extare possint percipiendi modi: attamen cum perpendimus ad

Nec horum sensus longè alios esse ac nostratum.

Que leurs sens ne font pas entièrement différents de ceux des habitants de la Terre.

exister d'autres moyens de percevoir. Cependant lorsque nous considérons à quels usages vitaux sert chacun de ceux que nous possédons, il ne semble pas qu'un autre, quel qu'il fût, pût y avoir été joint avec quelque nécessité. En effet, la providence a fait en sorte que nous pouvons nous rendre compte par nos yeux tant de la nature des choses proches que de celles plus lointaines. Que l'ouïe nous renseigne sur les choses non vues, soit qu'elles se trouvent derrière nous ou bien dans les ténèbres. Que ce dont la présence n'est signalée ni par les yeux ni par les oreilles, un autre sens localisé dans le nez nous le fait connaître et cela, dans le cas des chiens, avec la merveilleuse subtilité que l'on sait. Elle a ordonné enfin que ce qui échapperait à ces quatre sens serait révélé par l'attouchement afin que ses rencontres avec le corps n'y portassent pas dommage. C'est ainsi qu'elle a pourvu de toutes manières au salut et à la conservation des animaux; rien ne semble pouvoir y être ajouté ou y manquer; par conséquent elle n'aurait pu donner aux planéticoles, outre ces sens-ci, que du superflu.

Que la même remarque s'applique au plaisir que procurent les sens.

Comme les sens ne sont pas seulement utiles aux hommes, mais que chacun d'eux leur procure aussi du plaisir, le goût dans les mets, l'odorat dans les fleurs et arômes, la vue dans la contemplation de la beauté des formes et des couleurs, l'ouïe dans les sons harmonieux, le sens du tact dans les choses vénériennes (à moins que ceci ne doive être appelé un sens particulier) et qu'il en est de même chez les autres animaux au moins pour quelques-uns d'entre ces sens, ne dirons-nous pas que ces dons de la nature ont été accordés à peu près de la même manière aux habitants des autres Planètes? La raison semble l'exiger. Soit que nous songions combien en général par ce moyen la vie est rendue plus agréable et plus heureuse, ce qui nous pousse à ne pas revendiquer ces grands biens pour les habitants de notre Terre seulement en les déniaient à ceux des autres, comme si notre condition doive être beaucoup supérieure à la leur; soit que nous considérions plus spécialement les plaisirs qui résultent du manger et du boire et de la conjonction des sexes, où nous comprendrons qu'il y a là, pour ainsi dire, des lois imposées par la prévoyante nature laquelle nous oblige sans mot dire à conserver et à propager l'espèce animale, ou peut-être, dans le cas des bêtes, à propager leur espèce uniquement dans le but de les faire jouir des deux plaisirs nommés; nous sommes amenés à admettre qu'il en est de même, à propos des jouissances, dans le cas des autres Planètes. Pour moi du moins, ayant égard au grand prix et à la grande utilité de toutes ces choses, et considérant combien il est merveilleux qu'il existe quelque chose de tel que le plaisir dans la nature, je me sens pleinement convaincu qu'une si importante faculté n'est pas échue à notre Terre seule laquelle n'est qu'une des planètes mineures. Voici ce que j'avais à dire sur les plaisirs qui correspondent aux sens corporels et qui n'affectent point, ou légèrement seulement, notre raison. Pour l'homme il existe, outre celles-ci, d'autres jouissances lesquelles ne se perçoivent qu'en esprit et par le sens nommé de la raison. Certaines d'entre elles sont associées à la gaieté, d'autres sont sérieuses mais ne doivent pas pour cela être estimées moindres: nous parlons du plaisir que procurent les sciences, les inventions,

quos vitæ usus unusquisque eorum, quos habemus, comparati sint; non videtur saltem alius quisquam necessarius adjungi potuisse. Nempe effecit providentia ut & propinqua, & longius remota, qualia essent oculis sentiremus. Rursus ut non visa, sive a tergo, sive in tenebris, auditus exciperet. Item ut quæ nec oculi nec aures adesse nunciarent, alius tamen sensus qui in naribus est præsentiret, idque in canibus mirabili ut scimus subtilitate. Postremo effecit ut quæ quatuor istos sensus effugerent, quod minus in corpus impacta nocere possint, tactu perciperentur. Ita omnibus modis salutis conservationique animalium consuluit, nec quidquam amplius addi aut desiderari posse videtur; ut | proinde planetarum incolis vix aliud nisi superfluum largitura fuerit. (p. 45).

Cum autem ex singulis sensibus, præter utilitatem, voluptas aliqua ad homines perveniat; velut ex gustatu in cibis; ex odoratu in floribus & aromatis; ex visu in contemplanda pulchritudine formarum, & colorum; ex auditu harmonicorum sonorum; ex tactu in rebus venercis, (nisi peculiaris quidam sensus hic dicendus est) animalibus verò cæteris ex quibusdam horum; nonne dicemus hæc naturæ munera fere eodem modo reliquorum Planetarum incolis distributa esse. Certe id quidem ratio postulare videtur. Sive enim cogitemus, quanto in universum, propter hæc, jucundior felicioque vita reddatur, non debemus maximum ejus bonum nostræ Telluris habitatoribus ascribere, cæteras tenentibus denegare, quasi res nostræ rebus illorum multò præferendæ sint. Sive ad voluptates, quæ in cibis capiendis, & in conjunctione utriusque sexus contingunt, attendamus; intelligemus hæc esse necessaria quædam veluti providæ naturæ jussu, tacitè cogentis ad conservandum, propagandumque animantium genus: vel etiam, in bestiis quidem, fortasse genus ipsum propagari, ut utraque illa jucunditate fruatur, ut proinde, utroque nomine, in cæteris Planetis eadem reperiri consentaneum sit. Equidem cum hæc omnia quanti sint, quantamque utilitatem habeant, confidero; quamque admirabile sit, tale quid, quale est voluptas, in rerum natura existere; omnino adducor ut credam, non soli Telluri nostræ, quæ de minoribus planetis unus est, rem tantam obtigisse. Et hæc quidem de voluptatibus iis quæ sensus corporeos afficiunt, rationis facultatem aut nihil, aut leviter tantum. Sunt autem homini, præter istas, aliæ quoque; quæ mente tantum, & rationis sensu percipiuntur; aliæ cum lætitia conjunctæ; aliæ seriæ, neque ideo minoris faciendæ; velut quæ ex oblec-

Ut nec voluptatem
ex iis ortam.

(p. 46).

la découverte de la vérité. Nous aurons l'occasion, dans la suite de notre traité, de dire si tout ceci appartient aussi aux habitants des planètes.

Reste à parler sur d'autres sujets de ressemblance probable entre ces contrées-là et les nôtres. Nous avons déjà vu combien il est vraisemblable que les Eléments terre, air, eau ne fassent pas défaut aux autres Planètes. Considérons maintenant la question du feu lequel chez nous ne doit pas littéralement être appelé un Elément ³⁶⁾ mais bien plutôt un mouvement fort rapide de particules détachées de certains corps ³⁷⁾.

Que le feu aussi est
commun aux Pla-
nètes.

Quelle que soit d'ailleurs sa nature, il y a beaucoup de raisons qui prouvent avec vraisemblance qu'il a été accordé aussi aux Planéticoles. D'abord celle que le siège du feu semble ne pas se trouver dans la Terre autant que dans le Soleil; de même qu'ici les plantes et animaux croissent choysés par la chaleur Solaire, on peut admettre que cela se passe dans le cas des autres Planètes. Or, comme une chaleur intense produit du feu, il est croyable que là-bas aussi, et surtout dans les planètes qui sont plus proches du Soleil, il existe de la chaleur à des degrés égaux ou supérieurs et par conséquent du feu. Nous voyons en outre de combien de manières le feu est engendré, soit par la réunion de rayons Solaires dans la réflexion de cymbales ou de miroirs; dans la collision du fer et de la pierre; dans le frottement mutuel de pièces de bois; dans les tas de foin pas bien sec; par la foudre; par les incendies des montagnes et de la terre sulfureuse. Il serait étonnant s'il ne s'allumait du feu, par quelque une de ces causes, dans les terres Planétaires. Songeons ensuite combien grande est chez nous l'utilité ou plutôt la nécessité du feu. C'est par lui que nous nous gardons des incommodités du froid dans les régions où la chaleur Solaire est moindre à cause de l'obliquité des rayons; nous obtenons ainsi qu'une grande partie de la Terre ne reste pas inculte et inhabitée; or, ce remède est également nécessaire à tous les globes Planétaires, soit qu'ils éprouvent les vicissitudes de l'été et de l'hiver, soit qu'ils jouissent d'un perpétuel équinoxe. puisqu'il est certain que chez eux aussi les endroits plus voisins du pôle, même en ne considérant que le dernier des deux cas nommés, tirent peu de profit de la chaleur Solaire. Par le feu nous éclairons aussi la nuit et créons pour ainsi dire un deuxième jour ce qui prolonge considérablement la vie. Pour toutes ces raisons il est fort vraisemblable que les habitants de la Terre ne sont pas seuls à jouir d'une chose si importante mais que celle-ci a été accordée à toutes les Planètes.

On peut en outre se demander, à propos des animaux tant raisonnables que brutes, et aussi à propos des plantes basses et des arbres si ceux qui naissent là-bas correspondent aux nôtres en grandeur. Dans l'hypothèse que la nature les façonne d'après la

³⁶⁾ Comparez la p. 319 du T. XIX.

³⁷⁾ Voyez sur la chaleur considérée comme un mouvement fort rapide de particules les p. 9, 329 et 347 du T. XIX.

tatione scientiarum, inventorum, verique cognitione oriuntur; de quibus omnibus, an ad aliorum quoque planetarum incolas pertineant, in sequentibus dicendi locus erit.

Superfunt alia nunc expendenda quæ in terris illis similia esse rebus nostris verisimile sit. De Elementis terræ, aeris, & aquæ, vidimus jam quàm probabile sit ea in Planetis cæteris non deesse. Videamus & de igne, qui [apud nos quidem non tam Elementum (p. 47). esse dicendus est³⁶), quam motus quidam concitatissimus particularum à certis corporibus abreptarum³⁷). Hoc verò, quidquid est, etiam Planetarum incolis datum esse,

multa sunt quæ verisimiliter probent. Primum quòd non tam in Terra hac, quàm in Sole, ignis sedes collocata videatur; ac sicut, calore Solis, herbæ & animantia hic crescunt ac foventur, ita quoque haud dubie in cæteris fiat Planetis. Cum autem intensior calor ignem generet, credibile est illic quoque, ac præsertim in Soli propinquioribus, eisdem aut majoris caloris gradus existere, eorumque vi ignem. Deinde videmus quam multis modis excitetur, velut colligendis Solis radiis, repercussu pelvium aut speculorum; ferri & silicis collisione; lignorum attritu mutuo; herbæ non bene siccæ congestis acervis; ex fulmine; ex montium terræque sulphuræ incendiis. Quare mirum esset, non aliquo ex istis omnibus, in Planetarum terris, eum accendi. Cogitemus deinde quanta apud nos sit ignis utilitas, quantaque necessitas. Hujus enim beneficio frigoris incommoda depellimus in iis regionibus, ubi calor Solis minus viget propter radio[rum] obliquitatem, atque ita efficimus ne magna Terrarum pars inculta inhabitataque maneat; quod in omnibus Planetarum globis, sive æstatis hyemisque vicissitudines sentiant, sive perpetuo fruantur æquinoctio, æque necessarium est remedium; quoniam & in his, loca polis viciniora, parum juvari Solis calore certum est. Eodem igne nocti lucem inducimus, diemque velut alterum creamus, quo non parum temporis vitæ adjicitur. Itaque ob hæc omnia prorsus verisimile est tanta re non solos Telluris incolas frui, sed omnibus Planetis communiter esse concessam.

Ignem quoque Planetis communem esse.

(p. 48).

Porro quæri potest de animalibus, tam ratione utentibus quàm brutis; atque etiam de stirpibus arboribusque; an, quæ isthic nascuntur, nostris magnitudine respondeant. Nam si hæc ipsorum globorum mole natura metiatur, essent in Jove ac Saturno anim-

Magnitudinem corporum in Planetis existentium ex Planetarum magnitudine non recte conjici.

Que la grandeur des corps sur les Planètes ne peut être logiquement déduite de la dimension de ces dernières.

grandeur des globes planétaires, il y aurait en Jupiter et Saturne des animaux d'une stature dix ou quinze fois plus élevée que celle des Eléphants, des baleines surpassant les nôtres en longueur dans la même proportion. De plus les animaux raisonnables y seraient des géants en comparaison avec nous. J'avoue ne rien voir dans ceci d'étonnant ou d'impossible. Nous ne sommes toutefois aucunement forcés de croire qu'il en est vraiment ainsi, attendu que dans beaucoup de rencontres nous constatons que la nature ne s'est pas attachée aux règles des mesures qui à nos yeux paraîtraient plus convenables que celles actuellement existantes. On peut par exemple remarquer que les volumes des corps Planétaires eux-mêmes ne sont nullement proportionnés à leurs distances au Soleil, puisque Mars est manifestement plus petite que Vénus tout en étant plus éloignée; et que la révolution de Jupiter sur son axe a lieu en 10 heures, tandis que la Terre, tant de fois plus petite, y emploie 24 heures. Puisque la Nature néglige la proportionnalité dans ces choses, on pourrait même se demander si les habitants des Planètes ne sont pas peut-être des nains de la taille de nos grenouilles ou de nos fouris. Mais je ferai voir plus loin pourquoi cette hypothèse serait déraisonnable.

Qu'il existe tant sur les Planètes que sur la Terre différents animaux plus ou moins raisonnables.

Et entre eux des êtres comparables aux hommes.

Une autre question douteuse se présente: se trouve-t-il en chaque Planète un seul genre d'animaux raisonnables ou bien plusieurs, éventuellement plus raisonnables les uns que les autres? Nous constatons certes ce phénomène sur notre Terre en un certain degré. Je ne parle pas ici de ceux qui ont la figure humaine quoique à propos de ceux-ci on pourrait également soutenir la dite inégalité sans absurdité; mais lorsque nous considérons le sens et l'intelligence de quelques espèces d'animaux tels que les chiens, les singes, les castors, les éléphants, et même certains oiseaux, ainsi que les abeilles, ceux-ci se montrent tels qu'on ne semble pas pouvoir dire que le genre humain lui seul participe de la raison: il en apparaît un semblant dans eux tous, lequel est trouvé exister en eux sans aucune instruction ou expérience. On ne peut cependant mettre en doute la fort grande supériorité de l'intelligence et du génie humains, lesquels sont aptes à d'innombrables choses, capables de prendre des mesures se rapportant aux temps futurs, pourvus d'une mémoire infiniment détaillée sur les choses passées. Considérant cette immense différence quantitative et qualitative, nous n'estimerons pas sans raison que dans le cas des autres planètes la nature a aussi conféré la primauté à une seule espèce, d'autant plus que s'il y en avait plusieurs douées d'une même sagacité elles pourraient se nuire les unes les autres, se disputer les possessions et l'empire; ce que sont d'ailleurs aussi trop souvent, tout en étant d'une espèce unique, ceux qui règnent en ce Monde-ci. Mais de quelque façon que ces choses soient arrangées là-bas, occupons-nous maintenant des êtres les plus raisonnables de tous de ces contrées lointaines, et demandons-nous à quoi ils se servent de leur raison et s'ils ont aussi leurs arts et sciences comme nous en notre planète. C'est-ce qui, en examinant leur nature, mérite surtout d'être considéré. Mais pour pouvoir le faire d'autant mieux, il faut commencer un peu plus haut et considérer avec quelque attention la vie et les occupations des hommes.

alia quædam decies aut quindecies altiora Elephantis, aut tantundem longitudine balænas nostras superantia. Tum illa quæ ratione prædita sunt, gigantum corpora haberent nostris comparata. Qua quidem in re nihil video quod vel mirum sit, vel fieri nequeat. Nulla tamen ratione cogimur ut re ipsa id ita esse credamus; quando-
(p. 49).

quidem in multis rebus apparet non iis mensuræ regulis naturam se obstrinxisse quæ nostra opinione convenientiores videbantur. Veluti quod ipsorum globorum Planetariorum moles nequaquam pro distantia eorum a Sole constituta sit, cum Mars manifesto minor sit Venere, etsi remotior: cunquē conversio Jovis, super axe suo, 10 horis peragatur; Telluris vero, tantò minoris, impendat horas 24. Possêt vero dubitari, cum proportionem in his ita negligat Natura, an non fortassè pumiliones quidam sint incolæ Planetarum, aut ranis muribusve non majores. Sed ostendam postea cur id nequaquam consentaneum putandum sit.

Aliud quoque dubium exoriri possêt, utrum genus unum tantum animalium quæ rationem sortita sint, an plura in Planetis singulis reperiantur, & num dispari rationis vi. Ac profecto tale quid in Terra hac nostra contigisse cernimus. Non de iis nunc dico quæ figuram hominum præferunt; (etsi de his quoque id non absurde dici possit) sed si quorundam è bestiarum genere, sensum intellectumque spectemus; veluti canum, simiarum, castorum, elephantorum; imo & | avium quarundam, & apicularum, ea
(p. 50).

talia sunt, ut nequaquam solum genus hominum rationis particeps dicendum videatur. In Planetis ut in Terra varia esse animalia quibus ratio competat.

Apparet enim quoddam hujus instar in illis omnibus, quod, absque ulla institutione aut experientia, iis inellè deprehenditur.

Atramen dubitari nequit quin longè præcellat hominum intelligentia & ingenium, quippe innumeris rebus aptum, consilii ad futura capax, præteritorum memoria infinita præditum. Quod ingens præstantiæ discriminem si perpendamus, credemus non sine ratione, in cæteris quoque planetis, unum quoddam genus prætulisse naturam; atque eo magis, quod si plura forent eadem ingenii sagacitate, possent nocere sibi invicem, ac de possessionibus & imperio inter se contendere; quod nunc quoque faciunt nimis frequenter, licet unius generis sint, quæ in Terra hac dominantur. Verum hæc utcunque se habeant, de iis nunc agamus terrarum istarum animalibus, quæ maximè cæteris ratione antecellunt; quæramusque an sciri possit, quibus in rebus ejus usum impendant, & an habeant etiam artes scientiasque suas, velut nos in hoc nostro planeta. Quod quidem, inter ea quæ | ad naturam eorum attinent, præcipuè expendi meretur. Sed, quo melius id fiat, paulò altius exordiendum est, vitæque & studia hominum attentius inspicienda.
(p. 51).

Et inter ea Homi nibus similia.

Pour autant que les hommes s'appliquent seulement à subvenir à leurs besoins en se procurant les choses nécessaires, c'est à dire à se pourvoir de logements qui les gardent contre les intempéries de l'air, à s'entourer de murailles pour pouvoir se défendre contre les ennemis, à établir des lois pour vivre avec sécurité et tranquillité, à élever leurs enfants et leur procurer, ainsi qu'à eux-mêmes, de la nourriture, l'usage de la raison ne paraît pas encore, à mon avis, avoir quelque chose de si grand que nous devrions par là nous considérer comme supérieurs aux animaux brutes. Car beaucoup d'entre eux font les mêmes choses plus simplement, et de quelques-uns ils n'ont pas même besoin. Et quant au sentiment de la vertu et de la justice, par lequel nous disions un peu plus haut que l'esprit humain se distingue, et de même celui de l'amitié, de la reconnaissance, de l'honnêteté, quel autre effet ont-ils que de rendre possible la résistance aux vices des hommes et d'assurer une vie tranquille et inoffensive? Ce qui échoit à certains animaux sans effort et naturellement. Si d'autre part nous portons nos regards sur les multiples peines, les maladies de l'âme, la concupiscence, la crainte de la mort, lesquelles accompagnent toutes notre raison censée si éminente, et que nous comparons ces désavantages avec la vie aisée, tranquille et innocente des bêtes, il pourrait sembler que plusieurs d'entre elles, surtout du genre des oiseaux, vivent plus agréablement et aient obtenu un meilleur sort que les hommes. Car pour les plaisirs corporels, ils en jouissent sans doute autant que nous malgré la contradiction de certains nouveaux philosophes déniaut tout sens aux animaux autres que l'homme, de sorte qu'ils veulent les faire passer pour de purs automates ou marionnettes. Il m'est incompréhensible que quelqu'un puisse se rendre à leur sentiment absurde et cruel; surtout en considérant que les bêtes elles-mêmes donnent à entendre le contraire tant par leur voix et par leur fuite devant les coups que généralement par toute leur manière de se comporter ¹⁹). Bien au contraire, je ne mets guère en doute que les oiseaux s'amuse de leur belle et admirable façon de traverser l'air; laquelle ils trouveraient sans doute encore plus délectable s'ils comprenaient combien notre marche lente à fleur de sol est surpassée par leur agilité, par la sublimité de leur vol. Qu'y a-t-il donc dans lequel brille surtout l'usage de la raison humaine, nous rendant supérieurs aux autres animaux? Rien à un plus haut degré, me semble-t-il, que la contemplation de la nature et des oeuvres de Dieu jointe à l'application aux sciences qui nous permettent d'en reconnaître dans une certaine mesure l'excellence et la grandeur. Car que serait cette contemplation sans les sciences? Combien grande n'est pas la distance entre ceux qui considèrent oisivement la beauté et l'utilité du Soleil ainsi que le ciel étoilé, et d'autres plus doctes qui examinent la marche de tous les astres,

Que la raison humaine surpasse celle des animaux brutes surtout dans la contemplation de la nature.

¹⁹) Nous avons déjà attiré l'attention du lecteur sur ce passage à la p. 662 de l'Avertissement qui précède.

Ac videtur quidem quatenus providendis procurandisque rebus tantum necessariis homines intenti sunt, ut nempe ab aëris injuriis tuti habitent; ut mœnibus inclusi ab inimicis sibi caveant, ut leges condant ad secure ac tranquille vivendum; ut liberos educant; victum illis, sibi que parent; in his omnibus inquam nihil magnum admodum habere videtur rationis nostræ usus, cujus causâ nos brutis animantibus anteferamus. Namque hæc pleraque istorum facilius simpliciusque efficiunt; aliquibus nihil opus habent. Quin imo & virtutis, justitiæque sensus, propter quem paulo ante excellere mentem humanam dicebamus; itemque amicitiae, gratitudinis, honesti; quid aliud efficiunt, nisi ut vel vitiis hominum obstitatur, vel vita tranquilla & mutuarum injuriarum expers præstetur; quod bestiis sponte ac naturæ ductu contigit. Jam si curas multiplices, animi agritudines, concupiscentiam, mortis metum, quæ omnia rationem illam nostram comitantur, ante oculos ponamus; eaque cum vita parabili, quieta & innocua bestiarum comparemus; videri possint harum plurimæ, ac præsertim ex avium genere, jucundius agere, & meliore quam homines forte frui. Nam quod ad voluptates corporis attinet, haud dubie iis æque ac nos afficiuntur, quicquid contradicant novi quidam philosophi; qui sensum omnem ita auferunt reliquis præter hominem animantibus, ut pro meris automatis aut neurospallis ea haberi velint; quorum absurdæ, crudelique sententiæ, miror quenquam accedere posse; præsertim cum & voce & verberibus fugiendis, & re omni contrarium bestiae ipsæ significant³⁸). Imo vix dubito, quin miro pulchroque illo per aëra lapsu aves sese delectari sentiant; magis etiam sensuræ si intelligerent quantopere lentus ac humilis noster incessus ipsarum pernecitate, sublimique volatu superetur. Quid igitur est in quo potissimum eminet humanæ rationis usus, facitque ut antecellamus cæteris animantibus? Nihil aequè puto ac contemplatio naturæ, Deique operum; tum cultura scientiarum, quibus consequimur ut eorum præstantiam, magnitudinemque aliqua ex parte cognoscamus. Absque enim disciplinis quid esset contemplatio? quamque multum interest inter eos qui Solis pulchritudinem, utilitatemque, & cælum sideribus ornatum otiose intuentur, aliosque doctiores qui cursus istorum omnium scrutantur: quomodo affixæ, quæ dicuntur,

p. 52.

Humanæ rationem præ illa brutorum præcipue emine-
re in contempla-
tione naturæ.

p. 53.

qui comprennent en quoi les étoiles dites fixes diffèrent des astres errants, et quelle est la cause des saisons, qui mesurent même par des méthodes subtiles la grandeur du Soleil et des Planètes et déterminent en même temps leur distance; combien grande aussi la différence entre ceux qui admirent les mouvements variés et l'agilité des animaux et ceux qui considèrent en eux l'agencement de tous les membres, leur fort savante composition ou architecture. Que si les autres Planètes ne le cèdent pas en dignité à notre Terre, comme nous l'avons posé plus haut en guise de principe et de fondement, il faut qu'il y existe des animaux qui non seulement contemplent et admirent les oeuvres de la nature, mais dont la raison s'occupe à les examiner et à les entendre; il faut aussi que ceux-ci soient parvenus à des résultats également importants.

Qu'il s'ensuit que les habitants des Planètes cultivent les sciences et parmi elles l'Astronomie.

Ils ne regardent donc pas seulement les astres mais cultivent aussi la science Astronomique; rien ne s'oppose à ce que nous considérions ceci comme vraisemblable si ce n'est la surestimation de nos capacités que nous dicte notre orgueil et dont nous ne nous affranchissons que difficilement. Je n'ignore pourtant pas que d'aucuns diront pour une autre raison que nous attribuons avec trop d'audacité cette science aux Planéticoles: savoir que nous sommes parvenus à ce résultat par une accumulation de considérations vraisemblables, et que si une seule de nos conclusions est fautive, tout ce que nous avons bâti dessus s'écroule comme dans le cas d'une construction matérielle vicieuse. Mais je voudrais qu'ils entendent que ce que nous avons dit sur l'étude de l'Astronomie peut être confirmé en omettant presque tout ce qui a été allégué jusqu'ici, et qu'on peut prendre notre opinion sur ce sujet comme point de départ. En effet, après qu'il avait été posé que cette Terre doit être considérée comme appartenant à la famille des Planètes et comme n'étant pas supérieure aux autres en dignité ou en équipement, qui oserait dire qu'en elle seule se trouvent des êtres qui jouissent du spectacle si magnifique de la Nature? Ou du moins que parmi ceux qui en jouissent nous sommes les seuls par qui les mystères du ciel ont été plus ou moins dévoilés et compris? Voilà comment nous avons pu plus brièvement prouver l'existence dans les Planètes d'une science Astronomique d'où s'ensuit celle d'un animal planétaire raisonnable ainsi que beaucoup d'autres choses précédemment conclues. De sorte que cette nouvelle argumentation sert aussi à confirmer nos conclusions antérieures. Et pour qu'il devienne encore plus probable que du moins dans le cas des Planètes supérieures, Jupiter et Saturne, la connaissance de l'Astronomie n'y fait pas défaut, il faut considérer que si les hommes ont été amenés à l'observation des astres, comme on peut l'admettre, par l'étonnement ³⁹⁾ et la crainte que leur inspiraient les éclipses du Soleil et de la Lune, il doit en avoir été ainsi à plus forte raison dans le cas de ces deux Planètes à cause des éclipses de Lunes presque journalières et des éclipses de Soleil

³⁹⁾ Qui ne se rappelle ici ce que dit Aristote dans sa Métaphysique (I § 2): *διεγχο το θαυμαζεν οι ανθρωποι και ουκ αι το προσωτον ηρξαντο περιεργειν.*

stellæ à vagis differant, quæque causa sit diversarum anni tempestatum intelligunt: qui denique subtili ratiocinio magnitudinem Solis ac Planetarum, simulque distantiam eorum metiuntur; quantumque item inter eos qui animalium varios motus agilitatemque mirantur, & hos qui fabricam omnium membrorum, artificiosissimamque compagem, architecturamque in iis speculantur? Quod si igitur Planetæ reliqui dignitate non cedunt Telluri nostræ, ut in superioribus principii fundamentique loco posuimus; oportet ibi animalia existere, quæ non solum naturæ opera spectent & admirentur, sed quorum ratio in examinandis, intelligendisque iis occupetur, nec minora quam nos consecuta sit. Itaque non tantum sidera intuentur, sed & Astronomiæ scientiam excolunt; neque aliud obstat quo minus hoc verisimile credamus, quam superba illastrarum rerum æstimatio, quæ | difficulter fane deponitur. Scio tamen futuros, qui dicant nimis audacter nos ista Planetarum incolis tribuere: multorum quippe verisimilium accumulatione huc esse perventum; quorum si unum quodpiam contra se habeat, quam positum sit, cadat, velut in vitiosa ædificatione, omne quod superstruximus. Sed scire eos velim, hoc quod de Astronomiæ studio diximus, omissis fere omnibus hætenus adductis confirmari potuisse, atque inde initium fieri. Postquam enim positum fuit Terram hanc inter Planetas esse habendam, neque iis dignitate aut ornatu præferendam; quis dicere audeat in ea sola reperiri, qui spectaculo Naturæ, quod unum pulcherrimum ac magnificentissimum est, fruantur? aut inter eos quibus hoc contigit, nos unos esse quibus cæli arcana penitus perfectiusque perspecta sint? Ecce igitur & hac breviori via comprobata in Planetis Astronomiæ cognitio, ex qua & animal rationis compos, & pleraque alia quæ præcessere, illis inesse consequatur. Adeo ut, ad priora confirmanda, hæc quoque novissima argumentatio conducat. Quò vero magis probabile fiat, saltem in superioribus Planetis, Jove ac Saturno, Astronomiæ notitiam non deesse, considerandum est, quod si homines ad sidera observanda impulit, ut credi par est, admiratio³⁹⁾ & pavor in defectibus Solis & Lunæ; multo magis, in utroque hoc Planeta, ea ratio valere debuit, propter cotidianas fere Lunarum, crebrasque

Hinc Planetarum
incolas scientias
excolere, & inter
eas, Astronomiam.
(p. 54).

(p. 55).

fort nombreuses qui y arrivent. Un être fictif, ignorant également ce qui se passe dans toutes les Planètes, dirait donc qu'il est beaucoup plus vraisemblable que l'Astronomie se cultive en ces deux grandes que chez nous.

Or, la connaissance et l'usage de cette science étant admis chez les Planéticoles, combien de nouvelles conclusions n'en peut-on pas tirer conjecturalement sur leur vie et leur état?

Ainsi que les sciences mécaniques qui y servent.

Comme aussi la Géométrie et l'Arithmétique.

Et l'art d'écrire.

D'abord aucune observation d'astres où l'on se propose d'examiner leurs mouvements ne peut être faite sans appareils, que ceux-ci soient composés de métal ou bien de bois ou d'une autre matière solide. Pour qu'ils en possèdent, ils doivent aussi ne pas être dépourvus des instruments de nos ouvriers, tels que la scie, la pioche, le rabot, le marteau, la lime; et ceux-ci ne se peuvent avoir sans l'usage du fer ou d'un autre métal également dur. Or, dans la construction de ces instruments entre nécessairement la division d'arcs de cercle en parties égales ou de lignes droites en parties inégales: il y faut donc le secours de la Géométrie et de la science des nombres. Mais il est avant tout nécessaire que la mémoire des observations soit transmise à la postérité, que les temps et Époques soient notés, ce qui ne semble pas pouvoir être expliqué sans écrits. Il faut donc qu'ils aient aussi leur manière d'écrire, peut-être fort différente de la nôtre telle qu'elle est en usage chez presque tous les peuples, mais qui ne peut guère être plus ingénieuse ou plus aisée à apprendre. Car qui ne voit que notre méthode est de beaucoup préférable aux innombrables caractères des Chinois ⁴⁰⁾ et bien plus encore aux noeuds de cordes ou images peintes qui étaient en usage chez les barbares de la Mexique et du Pérou. Nous voyons du moins que les hommes de toutes les Régions ont cherché un art d'écrire ou de faire des notes; il résulte de la généralité de ce phénomène qu'il ne sera pas étonnant si les habitants des Planètes, sous l'empire de la nécessité, ont également inventé un tel art et l'ont appliqué à l'Astronomie ainsi qu'à l'étude des autres sciences. La nécessité de l'écriture dans les choses Astronomiques appert aussi par la considération suivante: les mouvements des astres doivent pour ainsi dire être devinés ⁴¹⁾ d'après différentes hypothèses, et celles-ci doivent être corrigées ultérieurement par d'autres suppositions, au fur et à mesure que les défauts des premières sont prouvés par l'observation et les raisonnements Géométriques: or, rien de tout ceci ne peut être transmis à la postérité sans avoir été consigné dans des écrits et exposé par des figures.

⁴⁰⁾ Ce n'est pas la l'opinion des Chinois eux-mêmes. Voyez p.e. la Préface du livre „Chinese Calligraphy, an introduction to its æsthetic and technique” by Chiang Yee, with a foreword by Lin Sen, president of the Chinese National Government, London, Methuen & Co. sans date (± 1937).

⁴¹⁾ C'est ainsi que Kepler avait *deviné* que l'orbite de Mars est une ellipse, ce qu'il vérifia ensuite par de laborieux calculs basés sur les lieux observés de la planète.

Solis, quæ illic contingunt, eclipses. Ut si quis æquè ignorare ponatur quid rerum in Planetis omnibus geratur, multo verisimilius dicturus sit Astronomiam in majoribus illis duobus, quàm in hoc nostro, vigere.

Posita autem apud Planeticolas hujus scientiæ cognitione & usu, quam multa hinc præterea consequuntur quæ de vita statuque eorum reliquo, præter jam dicta, novas conjecturas afferant?

Primum enim nulla observatio siderum, ad motus eorum investigandos, absque organis institui potest; sive ea è metallo, sive è ligno aliave solida materia fabricata sint. Quod ut fiat, nec fabrorum instrumento, ferra, ascia, dolabra, malleo, lima, carere possunt; neque hæc habere absque usu ferri aut æque duri cujuscumque metalli. Sed & circuli arcus in partes æquales divisi, aut lineæ rectæ in inæquales, in istis organis requiruntur. Atque hic jam Geometriæ & numerorum ratio arcessenda est. Sed ante omnia quoque necesse est ut observationum memoria ad posteros transmittatur; ut tempora & Epochæ annotentur; quæ sine scripto non videntur explicari posse. Oportet igitur ut & suam scribendi artem habeant, multum fortassè dissimilem nostræ, qua fere omnes populi utuntur, sed quæ vix ingeniosior, aut ad discendum faciliior esse queat. Quis enim non videt longe eam præferendam esse Sinarum innumeris caracteribus⁴⁰), multoque magis funiculorum nodis, aut pictis imaginibus, quæ apud barbaros Mexicanos Peruvianosque in usu erant. Omnium quidem Regionum homines aliquam scribendi, aut quoquo modo annotandi, artem quæsiivisse videmus: quod minus mirum sit, si & Planetarum incolæ, necessitate coacti, eam reppererint, ac deinde ad Astronomiæ aliarumque disciplinarum studia adhibuerint. Necessitas vero scripturæ in rebus Astronomicis etiam ea re cognoscitur, quod cum hypothefibus variis, siderum motus, quasi divinandi sint⁴¹); eæque hypothefes priores in sequentibus corrigendæ prout observatis & Geometriæ ratiociniis vitia earum coarguuntur; nihil horum posteris tradi potest, nisi literis consignatum, figurisque expositum.

Et quæ ei inserviunt artes mechanicæ.

Ut & Geometriam. Arithmeticam.

(p. 56).

Et scribendi artem.

(p. 57).

L'Optique.

Mais après que nous leur avons attribué toutes ces connaissances-là, notre astronomie fera pourtant encore beaucoup plus éminente et plus parfaite, tant par la connaissance de la véritable forme du système universel que par l'emploi des télescopes à l'aide desquels nous contemplons les corps Planétaires et leurs grandeurs et diverses formes, apercevant aussi les montagnes lunaires et leurs ombres, ainsi que l'immense multitude des étoiles, et autres choses invisibles sans ces instruments. De sorte qu'il est presque nécessaire, à moins que nous ne voulions de nouveau nous flatter d'être plus heureux en cette matière, d'accorder aussi aux Planéticoles cette perfection de la connaissance des choses célestes, donc aussi une acuité visuelle qui ou bien surpasse de beaucoup la nôtre ou bien est secourue comme la nôtre par des appareils à lentilles de verre ou à miroirs. Ce que j'hésite cependant à affirmer pour qu'aucun lecteur, à cause de cette seule affirmation audacieuse, ne pense devoir juger tout le reste de la même farine et pareillement ridicule.

Que ces sciences ne
sont pas contraires
ou supérieures à la
nature humaine.

Ce n'est certes pas sans raison, semble-t-il, que quelqu'un pourrait faire l'objection que nos êtres Planétaires peuvent être exempts de toute science plus subtile de même qu'il en était pour les peuples de l'Amérique avant que les Européens y pénétrèrent. Ayant égard à eux ainsi qu'aux multiples peuples également barbares de l'Afrique et de l'Asie, il pourra sembler que le seul but de l'architecte souverain ait été que les hommes jouiraient de la vie en se contentant des biens et plaisirs naturels et en révérançant avec reconnaissance le donateur de toutes choses; tandis que la curiosité scientifique se serait emparée d'un petit nombre contrairement à la nature. Mais nous ne manquons pas d'arguments pour répondre à ceux qui soutiennent cette thèse. Dieu a certainement prévu que les intelligences humaines se développeraient au point d'examiner les choses célestes, de trouver des arts utiles à la vie, de parcourir les mers, de tirer des métaux du sol. L'une ou l'autre de ces choses aurait-elle pu arriver contrairement aux vues de cette intelligence infinie? S'il les a prévues elles sont aussi destinées au genre humain, et l'on ne pourra pas juger contraire à la nature l'application à des arts et des doctrines qui ont précisément trait à son investigation. Surtout puisqu'on ne peut raisonnablement être d'avis qu'un si grand désir et amour de science auraient été vainement plantés dans les esprits humains. Mais ils insisteront de nouveau, en parlant surtout de l'astronomie: s'il est vrai que les hommes sont nés aussi pour cette science-là, comment se fait-il que si peu s'en occupent? En effet, nous constatons en premier lieu que des quatre continents c'est presque uniquement l'Europe qui est le siège des études Astronomiques; car quant à l'Astrologie prétendant pouvoir prédire l'avenir, qui n'est pas une science mais une misérable folie souvent nocive, j'estime qu'elle ne doit pas même être mentionnée. Or, même dans le cas des Nations Européennes il n'y a pas une personne parmi cent mille qui embrasse ces études ou désire en apprendre quelque chose. D'autre part, en ayant égard au temps, ils diront que bien des siècles se sont écoulés avant que firent leur apparition les premiers rudiments soit de l'Astronomie soit de la Géométrie sans laquelle l'Astronomie ne pouvait être apprise, puisqu'on sait quand ces sciences naquirent en Égypte et en Grèce.

Postquam vero omnia hæc jam iis concesserimus, longe etiamnum præstantior perfectiorque apud nos erit siderum scientia; vel propter agnitam systematis universi verissimam formam, vel propter usum telescopiorum, quibus Planetarum corpora, magnitudinesque & varias formas intuemur; superficiei lunaris montes, montiumque ^{Opticam.} umbras; stellarum ingentem multitudinem, aliaque plura non alias videnda, percipimus. Ut fere necesse sit, nisi rursus nobis tanquam hac parte felicioribus blandiri volumus, etiam illam cognitionis rerum cælestium consummationem Planeticis tribuere, itemque videndi aciem, quæ vel nostram longe exuperet, vel lentium vitrearum, aut speculorum adminiculo sicut nostra, adjuvetur. Quod tamen dicere vereor, ne quis, ex hoc uno audacius asserto, cætera omnia assimanda putet, ac risu digna clamitet.

At non sine ratione, ut videtur, objiciet quispiam, Planetarios nostros fortasse omnium ^{(p. 58).} subtiliore scientia destitui, quemadmodum Americanæ gentes, priusquam ad illas Europæi penetrassent. Quas si respicimus, itemque in Africa, Asiaque permultas æque barbaras, videbitur hoc tantum summo opificii propositum fuisse, ut vita fruantur homines, naturæque bonis & voluptatibus contenti sint, grato animo omnium datorem colentes; scientiarum vero inquisitionem præter naturam paucos aliquos affectasse. Talia vero dicentibus non deest quod responderi possit. Prævidit enim certe Deus hominum ingenia eo esse processura, ut res cælestes scrutarentur; ut artes vitæ utiles reperirent; maria quoque navigarent, metalla effoderent. Possentne enim horum quidquam præter mentem infinitæ illius intelligentiæ contingere? Quod si prævidit, etiam hominum generi ea destinata sunt, nec poterunt artium & doctrinarum studia, quasi præter naturam essent, existimari, quæ in ipsa natura indaganda occupantur. Præsertim cum tanta illa cupiditas amorque sciendi non possint censerī frustra hominum animis infixæ esse. Instabunt vero rursus dicentque, de siderali scientia potissimum, si ad hanc quoque homines nati sunt, cur tam ^{(p. 59).} pauci ad eam attendunt? Primum enim ex quatuor Orbis partibus, sola fere est Europa, in qua Astronomiæ studia excolantur. Nam Astrologiam divinatricem futurorum, quæ non scientia, sed miserum quoddam ac sæpe noxium delirium est, ne nominandam quidem hic arbitror. At in Europæ Nationibus non unus è centum millibus hæc studia amplectitur aut addiscere curat. Tum ad tempus quod attinet, multa sæcula effluxisse dicent, antequam aut Astronomiæ, aut Geometriæ, sine qua illa disci non potest, ulla rudimenta innotescerent. Sciri enim quo tempore in Ægypto & Græcia primum exortæ fuerint. Ac recte quoque adjicient

Has scientias homini præter naturam non esse.

Et ils ajouteront aussi à bon droit qu'il n'y a pas encore quatre-vingts ans ⁴²⁾ qu'on a découvert le véritable et simple mouvement des Planètes, les épicycles fictifs ayant été rejetés alors seulement; ce n'est donc qu'à partir de ce temps que l'Astronomie est devenue une avec la connaissance de la nature. Pour répondre à cet argument j'ajoute ce qui suit à ma réponse précédente tirée de la considération de la providence divine: on ne peut mettre en doute que les hommes sont nés dans un état tel qu'ils ont dû découvrir graduellement et en un temps fort long les différents arts et sciences, aucun de ceux-ci ne leur étant inné ni ayant été subitement révélé par Dieu; que de plus les sciences dont nous traitons pour le moment sont de toutes les plus difficiles et les plus abstruses; de sorte qu'il faut plutôt s'étonner de ce qu'elles ont jamais pu naître que de ce qu'on y a vu clair si tardivement. J'avoue qu'en chaque âge peu de gens s'occupent de ces sciences ou les considèrent comme ayant quelque rapport à eux; mais si l'on prend une durée de plusieurs siècles, leur Nombre ne sera pas trouvé fort petit; et qui niera que leur bonheur est plus grand que celui des autres, comme il le leur semble aussi à eux-mêmes? Il suffirait, peut-on dire, que dans ces choses s'exerçât l'industrie d'une petite minorité, attendu que dans ces conditions l'utilité des choses trouvées s'étendait néanmoins à des nations entières, aux peuples en général. Or, vu qu'aux habitants de cette Terre, ne fût-ce qu'à un petit nombre d'entre eux, est échu le génie et l'aptitude pour sonder ces choses; et qu'ils ne doivent aucunement être estimés plus excellents et plus heureux que ceux d'autres planètes, la vraisemblance que nous avions trouvée reste entière: chez les habitants de ces planètes aussi il se trouvera des personnes auxquelles la science Astronomique n'est pas étrangère. Pour suivons maintenant notre investigation et voyons ce qui résulte encore avec nécessité de notre dernière conclusion.

Que les Planético-
les ont des mains.

Nous avons fait voir qu'avec la science astronomique il faut concéder aux Planéticoles non seulement la Géométrie et l'Arithmétique mais aussi les arts Mécaniques et les instruments. Ici se pose naturellement la question de savoir comment ils peuvent se servir de ces instruments et Machines et de leurs appareils pour observer les astres et comment ils peuvent tracer des lettres, ce que nous accomplissons, nous, à l'aide de nos mains; ils auront nécessairement aussi des mains ou un autre membre qui puisse les remplacer. Un Philosophe ancien ⁴³⁾ était d'avis que dans les mains le genre humain possède un prérogatif tel qu'il faut les considérer comme la cause de toute leur sagesse. Il voulait évidemment dire que sans le secours des mains les hommes ne feraient pas parvenus à la culture de leur esprit et à la connaissance des choses. En

⁴²⁾ Pourquoi Huygens écrit-il 80 au lieu de 90 ou 100 ans? L'„Astronomia nova” de Kepler date déjà de 1609. Il nous semble évident qu'il a simplement oublié de corriger le nombre 80; comparez la note 17 de la p. 551 qui précède.

⁴³⁾ Il s'agit d'Anaxagore: voyez la p. 562 qui précède.

non adhuc octoginta annos præterisse⁴²), ex quo verus ac simplex Planetarum motus, rejectis Epicyclorum figmentis, repertus sit; atque ita demum Astronomia cum naturæ cognitione conjuncta. Hisce ut occurratur, addam ad superius responsum, quod à divina providentia petebatur, dubitari non posse, quin ea conditione homines nati sint, ut multo temporis decursu paulatim artes disciplinaeque eruant; nullam enim harum iis ingentiam esse, aut subito à Deo infusam, & has de quibus nunc agimus, omnium (p. 60.) esse difficillimas remotissimisque: ut magis mirum sit unquam incipere eas potuisse, quam tam tarde fuisse inspectas. Pauci scætor singulis ætatibus has curant, aut ad se pertinere existimant: sed si multorum sæculorum tempora cogitentur, non exiguus fiet illorum Numerus; quos, quemadmodum sibi videntur, reliquis beatiores esse quis negaverit? Denique paucorum industria in his rebus exerceri satis erat, cum inventorum utilitas ad nationes totas gentesque longe porrigatur. Cum igitur hujus Terræ incolis, etsi paucis tantum, ad ea percipienda ingenium & aptitudo contigerit; nihiloque putandi sint cæterorum planetarum habitatoribus præstantiores felicioresque; manet profecto, quam inveneramus, verisimilitudo, ut etiam apud illos reperiantur qui cognitione Astronomiæ non careant. Nunc ad alia pergamus quæ inde consequi, necesse est.

Ostendimus quomodo unà cum hac scientia, non solum Geometria & Arithmetice, sed & Mechanicæ artes, instrumentaque incolis Planetarum concedenda sint. Hic verò jam sponte obvenit ut quæramus, quo pacto instrumentis illis, Machinisque, & ad sidera observanda organis uti possint, aut quomodo literas ducere; quæ omnia nos manuum opera exequimur. Itaque necessario & manus habebunt, vel aliud quodpiam, quod vicem earum fungi possit, membrum. In quibus hominum generi tantum esse præsidii existimabat è veteribus Philosophis quidam⁴³), ut in iis causam reponeret omnis eorum sapientiæ. Qui, ut puto, hoc sensit, absque manuum opera homines ad cultum animi, rerumque cognitionem non fuisse perventuros. Et vere quidem ille. Pinge enim pro manibus datas fuisse ungulas, ut equis & bubus; nunquam nec oppida (p. 61.) Planeticolas manus habere.

quoi il avait raison. Supposons en effet qu'au lieu de mains des sabots eussent été donnés aux hommes comme aux chevaux et aux boeufs, jamais ils n'auraient pu, tout en étant des créatures raisonnables, bâtir des villes ou même des maisons. Ils n'auraient eu aucun sujet de conversation en dehors de ce qui se rapporte à la pâture, à la copulation des sexes ou à la question de la sécurité. Ils auraient été dénués de toute science et de toute recordation des événements. En un mot, ils se seraient fort peu élevés au dessus du plan des bêtes brutes. Et quel instrument pourrait être aussi bien adapté que la main à nos innombrables besoins? Les éléphants se servent, il est vrai, avec une merveilleuse dextérité de leur trompe, avec laquelle ils savent enlacer et projeter tous les objets et aussi les soulever s'ils ne sont pas trop grands, faculté qui a même valu à cet organe le nom de main, quoiqu'en réalité il s'agisse d'un nez prolongé. D'autre part la plupart des oiseaux construisent leurs nids en se servant de leur bec qui les met aussi à même de se procurer des aliments. Mais en ceci il n'y a rien qui ne le cède de beaucoup à l'agencement des mains. Leur construction mécanique, ainsi que celle des bras, est admirable: elle permet de les étendre, de les contracter, de les mouvoir en tout sens. C'est avec une merveilleuse industrie qu'ont été faites les articulations des doigts et du pouce, de telle manière que par la traction des nerfs ils peuvent saisir tous les objets et les tenir fermement. Pour ne rien dire du sens du tact, extrêmement subtil, dans les extrémités des doigts, à l'aide duquel nous distinguons un grand nombre d'objets même dans les ténèbres. Il est donc clair qu'aux peuples Planétaires ont aussi été donnés des mains et des bras ou d'autres organes équivalents qui ne pourraient d'ailleurs guère avoir été inventés avec plus d'adresse; ceci pour que la nature ne doive pas être censée avoir accordé plus qu'à eux non seulement à nous, mais aussi à l'espèce des singes et à celle des écureuils.

Et des pieds.

On doutera encore moins de leurs pieds si nous répétons ce que nous avons disserté plus haut sur les diverses façons dont se meuvent les animaux. Outre celles que nous avons énumérées il ne nous semble pas qu'on s'en puisse figurer aucune autre. Or, aucune d'elles ne convient aussi bien à des Planéticoles doués de raison que celle dont nous nous servons ici. À moins qu'en quelques-uns de ces Globes les habitants n'aient été aussi munis de la faculté de voler; ce qui est pourtant peu probable à cause de la nécessité de vivre en société dont nous parlerons plus loin.

Des yeux et un visage faits pour regarder au loin et en haut.

Il n'est pas invraisemblable que des yeux élevés et un visage propre à contempler les astres leur soient tombés en partage, puisqu'on constate que par la providence divine ceci a été ainsi fait dans le cas du corps humain, ce que les Philosophes célèbrent à bon droit ⁴⁴⁾. Quant à la position des autres membres, si nous jugeons digne de louanges la sagesse de l'architecte qui a placé les yeux dans la partie supérieure du

⁴⁴⁾ Tout lecteur qui connaît les *Métamorphoses* d'Ovide songera sans doute aux vers 85—86 du Lib. I: sublime dedit coelumque tueri jussit et erectos ad sidera tollere vultus.

nec domos, licet ratione instructi, ædificassent. Nihil de quo loquerentur habuissent, nisi de iis quæ ad pabulum, aut ad conjugium, aut sui tutelam attinent. Omni scientia, omnique rerum memoria caruissent: Denique à bestiis parum absuissent. Quodnam porro instrumentum æque accommodatum ac manus esse possit ad innumera illa ad quæ nobis usui sunt, obeunda? Elephanti proboscide mirabiliter utuntur, qua & amplecti quidvis & projicere, minutioraque quævis è solo tollere norunt: unde & manus eorum pars illa dicta est, cum reipsa sit in longum productus nasus. | Rostro quoque (p. 62). aves pleraque nidos exstruunt, alimenta quoque congerunt. Sed harum nihil est quod non manuum oportunitati longè concedat. Et est sane, tam illarum quam brachiorum, mirabilis quædam machinatio; ut protendi, reduci, inque omnem partem moveri possint. Tum mirâ industriâ instituti digitorum ac pollicis articuli, ut nervorum attractu quælibetprehendant, firmiterque contineant. Ut omittam sensum illum, in extremis digitis, exquisitissimæ subtilitatis; quo vel in tenebris pleraque corpora intemoscimus. Patet itaque aut manus brachiaque, aut aliud quid eorum loco, quod vix æque aptum excogitari potest, Planetarum populis datum esse, ne non solum nobis, sed & simiarum & sciurorum generi, plus indulgisse hac in re natura existimetur.

De pedibus vero minus etiam dubitabitur, si repetamus ea quæ supra disseruimus Et pedes. de vario animalium incessu, qui non videtur aliis modis, quam quos ibi recensuimus, cogitari posse. Inter eos vero non est, qui tam bene Planeticolis ratione præditis conveniat, quam quo & nos utamur. Nisi forte & volandi facultatem in aliquibus Globorum istorum acceperunt. Quod minus probabile tamen propter vitam in societate (p. 63). degendam, de qua postea dicemus.

Non caret autem verisimilitudine, erectos oculos, vultumque ad sidera contemplanda iis contigisse, quandoquidem hoc in hominum corpore providentiâ divinâ sic institutum videtur, & a Philosophis merito celebrari solet⁺⁺). De reliquorum vero membrorum positu, si sapientiam artificis laude dignam censemus, quod oculos in suprema Erectos oculos, vultumque.

corps et les membres moins nobles loin d'eux de manière à les soustraire plus ou moins aux regards, ne devons-nous pas penser qu'il a agi à peu près de même en formant les corps des habitants de ces contrées lointaines? Nous ne disons pas pour cela qu'il leur a donné une figure semblable à la nôtre. En effet, il existe une variété pour ainsi dire infinie de formes possibles que nous pouvons nous imaginer en supposant tant des différences entre les diverses parties de ces corps et les parties correspondantes des nôtres qu'une autre économie extérieure et intérieure de l'ensemble. Nous voyons avec combien d'art et de commodité quelques-uns de nos animaux sont revêtus de laine ou de poils, d'autres plus élégamment encore de plumes et de penes. Pourquoi les Planétaires raisonnables ici considérés ne seraient-ils pas recouverts d'une façon semblable? Chez nous les bêtes sont apparemment à cet égard dans une meilleure condition que les hommes. A moins que ceci n'ait été ainsi établi dans ce but que la nudité même forcerait les hommes à inventer et fabriquer divers genres de couvertures, de sorte que ceci serait un moyen de développer leur intelligence. Il est au moins évident que de cette nécessité résulte une importante activité commerciale et industrielle. Mais la nature a peut-être créé les hommes nus aussi dans le dessein de leur laisser le choix de se vêtir plus légèrement ou plus abondamment de manière à se pouvoir accommoder au séjour dans tous les lieux de la terre. Une autre différence plus grande que celle-ci entre les corps des Planétaires et les nôtres pourrait être supposée: nous constatons que quelques animaux ont été formés par la nature de manière à avoir pour ainsi dire leurs os au dehors et leurs chairs en dedans, enfermés dans les os, comme il en est des écrevisses, des langoustes et aussi, à un certain degré, des tortues. Cependant elle n'a choisi cette structure des membres que dans quelques animaux assez vils. Une autre raison pour laquelle j'hésite à attribuer cette structure aux Planéticoles, c'est qu'ainsi formés, ils seraient dépourvus de l'usage subtil et varié des doigts, duquel nous avons montré qu'ils ont bien besoin. Quant à la laideur de leur figure, ce serait là un argument qui à lui seul ne ferait pas grande impression sur moi.

Qu'il n'en résulte pourtant pas que leur figure serait entièrement semblable à la nôtre.

Il faut certes se garder du préjugé vulgaire suivant lequel un esprit capable de raison ne pourrait habiter qu'un corps semblable au nôtre. C'est d'après cette opinion erronée que presque tous les peuples, et aussi quelques Philosophes, ont attribué à leurs dieux la forme humaine; il existe même une secte Chrétienne qui a reçu son nom de cette conviction ⁴⁵). Or, qui ne voit que ceci est basé uniquement sur l'imbécillité et l'opinion préconçue de ces hommes? Et qu'il en est de même de la prétendue beauté sans pareille du corps humain? Car c'est ce qui dépend entièrement de l'opinion et de l'habitude et de cette tendance providentiellement inculquée par la nature à tous les animaux, de faire le plus d'état de leurs semblables. Celles-ci ont en vérité un si grand pouvoir sur nous qu'à mon avis on ne regarderait pas sans une certaine horreur un animal fort dissimilaire à un homme qui se trouverait faire usage de raison et posséder la faculté de parler. Car si nous imaginons seulement ou dessinons un être qui, tout en étant semblable à un homme sous tous les autres rapports, a un cou quatre fois plus long, ou bien des yeux ronds et deux fois plus distants l'un de l'autre, il en résulte

Que rien n'empêche qu'un esprit raisonnable ne réside dans une forme tout autre.

corporis parte collocaverit; fœrdidiora vero membra procul inde, atque a conspectu quodammodo removerit; nonne putandum est eadem fere observasse illum in formandis istorum procul habitantium corporibus? Nec enim propterea dicimus figuram nostræ similem iis tribuisse. Est enim infinita quædam animo concipienda formarum possibilitium varietas, qua & singulæ quæque partes istorum corporum à nostris differre queant, & totorum exterior interiorque œconomia. Cernimus quam aptè & commodè animalium nostrorum quædam lana aut pilis vestiantur; alia elegantius etiam plumis pennisque. Quidni isti in Planetis, quos rationis participes diximus, aliqua simili ratione tecti sint? propter quod meliori quidem conditione bestiæ, quam homines, apud nos esse videntur. Nisi hoc eo sine sic constitutum fuit, ut ipsa nuditas necessitatem hominibus imponeret quærendi ac fabricandi varia operimentorum genera, atque hinc etiam ingenii exercendi materia existeret. Et apparet sâne, ex hac necessitate, non minimam commerciorum, artificiorumque mechanicorum occasionem nasci. Sed & propterea forsân nudos homines natura produxit, ut pro arbitrio suo tenuius densiusve amicti incedere possint; atque ita ad quavis terrarum oras inhabitandas sese componere. Alia vero major hac, quam diximus, differentia intelligi posset inter corpora Planetariorum ac nostra; cum animalia quædam ita à natura formata reperiantur, ut veluti ossa extrinsecus habeant, carnes introrsum, atque ossibus inclusas, qualia sunt cancri, astacique, & fere etiam testudines. Attamen hanc membrorum compagem, & in paucis villioribus tantum illa secuta est, & Planetarum incolis, quo minus eam tribuam, facit, quod subtili varioque digitorum usu carituri essent, quo tam valde eos opus habere ostensum fuit: nam absurda specie non multum alioqui moverer. (p. 64).

Etenim omnino cavendum est ab errore vulgi, cum animum rationis capacem non alio in corpore, quam nostris simili habitare posse sibi persuadet. Ex quo factum est, ut populi penè omnes, atque etiam Philosophi quidam, humanam formam diis adscripserint; Imo ut, à simili persuasione, cuidam Christianorum sectæ nomen inditum fuerit⁴⁵). Hoc vero non nisi ab hominum imbecillitate & præjudicata opinione proficisci quis non videt? uti illud quoque, quod eximia quædam pulchritudo humani corporis esse putatur: cum tamen ab opinione & assuetudine id totum quoque pendeat, affectuque eo, quem cunctis animalibus natura provida ingeneravit; ut sui similibus maxime caperentur. Illo verò tantum possunt, ut non sine horrore aliquo animal homini multum dissimile conspectum iri credam, in quo rationis & sermonis usus reperiretur. Nam si tale solummodo fingamus aut pingamus, quod, cætera homini simile, collum quadruplo longius habeat, vel oculos rotundos duploque amplius distantes;

Nec tamen hinc sequi eorum formam nostræ plane similem.

(p. 65).

Quo minus animus rationis capax etiam alii formæ inhabitet, nihil impedit.

⁴⁵) La secte chrétienne dont parle Huygens est celle des *anthropomorphistes* de Syrie et d'Égypte du quatrième et cinquième siècles, lesquels se figuraient Dieu sous une forme humaine puisque l'Écriture parle de ses pieds, de ses mains etc. Erreur condamnée — est-il besoin de le dire? — par l'Église. Comparez le Dante, Paradiso IV 43—45:

Per questo la Scrittura discende
a vostra facultade, e piedi e mano
attribuisce a Dio. e altro intende.

tout-de-suite une figure qu'il nous est impossible de regarder sans aversion quoique sans pouvoir l'accuser raisonnablement de difformité.

Que les habitants
des Planètes sont
de notre taille ou
plus grands.

J'ai dit plus haut, en parlant de la grandeur de ceux qui habitent les Planètes qu'il semble probable que leur taille n'est pas beaucoup inférieure à la nôtre. Ma première raison c'est que, de même que les corps humains ont à la grandeur de la Terre une proportion telle qu'ils peuvent la parcourir en entier et apprendre à connaître sa forme et son volume, il est probable que dans le cas des autres Planètes et de leurs habitants raisonnables la chose a été ordonnée de même, à moins que nous ne voulions encore une fois nous juger supérieurs à eux sous ce rapport assez important. D'autre part, comme nous avons fait voir que l'astronomie et l'art d'observer y sont cultivés, il s'ensuit qu'ils ont été pourvus de corps capables de manipuler le bois et les métaux et de les utiliser pour la construction d'instruments et de machines; lesquels donnent d'autant plus de résultats qu'ils sont plus grands. Si nous nous figurons des nains de la taille de souris, ceux-ci ne pourraient pas faire de bonnes observations astronomiques; ils ne sauraient ni construire des instruments à cet effet ni même s'en servir. J'estime donc qu'il faut certainement les supposer égaux ou supérieurs à nous-mêmes, ceci surtout en Jupiter et Saturne dont les Globes surpassent tant de fois notre Terre en grandeur.

Qu'ils vivent en
société.

Ensuite, puisque, comme nous l'avons dit, l'étude de l'astronomie ne peut être poursuivie sans la notation des choses observées, et puisque d'autre part l'art d'écrire n'appartient qu'à ceux qui vivent en société et n'a pu être inventé que sous l'empire des nécessités urgentes de la vie, tandis qu'il en est de même e.a. pour l'art des charpentiers et celui des fondeurs de métaux, il s'ensuit (ce que j'admettais déjà plus haut) que les sociétés sont en honneur chez les habitants des Planètes et qu'ils se prêtent mutuellement des services, qu'il existe donc là-bas sous ce rapport une grande ressemblance aux choses de chez nous. C'est pourquoi il faut dire de plus que les habitations stables leur conviennent mieux que la vie ambulante. Quoi donc? auront-ils aussi les autres institutions propres à la vie sociale? des lois, des Magistrats, des maisons closes, des villes, des marchandises et du commerce? Il est établi que chez les barbares de l'Amérique ainsi que chez les peuples insulaires ces institutions existaient à peu près comme chez nous déjà au temps où l'on pénétra dans leurs domaines pour la première fois. Je ne voudrais cependant pas nier que ces choses peuvent être différentes des nôtres dans les autres Planètes, puisque parmi les institutions nommées quelques-unes pourraient faire défaut à une société d'êtres raisonnables, n'ayant été inventées que pour que nous ne fassions pas de notre raison un usage mauvais, nuisible à autrui, et qu'ainsi la société risquât de se dissoudre.

Car il est possible que sur ces autres globes on vit dans une telle abondance qu'on ne désire rien qui appartient à autrui et qu'on ne vole pas. On peut y être si équitable et bien équilibré qu'on y observe perpétuellement la paix, qu'on ne se dresse pas d'embûches les uns aux autres, qu'on ne s'entretue point; mieux encore qu'on ne se hait point et qu'on n'entre point en colère. S'il en était ainsi ces personnes-là devraient

continuo eæ figuræ nascuntur, quas non possumus intuentes non averfari, quamvis ratio deformitatis nulla reddi queat.]

Dixi in superioribus cum de magnitudine agerem incolarum qui in Planetis sunt, (p. 66).
 verisimile videri non esse eos valde exiguos nobiscum comparatos. Suadet enim hoc Planeticolas nobis
vel æquales vel
maiores esse
 primò, quod probabile sit, sicut corpora hominum se habent ad Telluris magnitudinem, ut peragrarè univèrsam possint, atque ita formam molemq; ejus cognoscere; eodem modo & in cæteris Planetis incolisq; eorum rationalibus ordinatum esse; nisi hac in re, quæ sane magna est, nos ipsis rursus præferre velimus. Deinde cum siderum scientiam & observationes apud eos exerceri ostenderimus, sequitur ut & corpora nacti sint lignis metallisq; tractandis, inque instrumenta machinasq; adaptandis, idonea. Quæ & eo præstabilia sunt quo ampliora. Ac sane si homunciones quosdam, muribus non majores, cogitemus, non possent ij siderum animadversiones, quales requiruntur, instituire; nec instrumenta ad eas parare, aut disponere. Itaque omnino vel æquales nobis ponendos esse existimo, vel majores, ac præsertim in Jove, Saturnoque, quorum Globi tanto Tellurem nostram superant.

Porro quia, ut diximus, astronomiæ studium sine annotatione observatorum non potest procedere, ars vero scribendi non nisi in societate ratione utentium, & cogen- (p. 67).
 tibus vitæ necessitatibus, inveniri potuit; neque magis ars fabrorum aut fusoria; sequi- Eos in societate vi-
vere.
 tur ex eo (quod supra dicebam) & societates coli apud Planetarum indigenas, ac mu-
 tuas operas eos inter se præstare; adeoque hac parte similitudinem magnam ibi esse
 nostratium rerum. Quamobrem & certas stabilesq; sedes potius quam ambulatoriam
 vitam iis convenire dicendum est. Quid igitur? an & cætera sociali vitæ propria habe-
 bunt? leges, Magistratus, tecta, urbes, mercaturas aut rerum permutationes? Certe
 equidem apud barbaros Americæ & insularum populos, cum primum ad eos perven-
 tum est, eadem hæc fere jam in usu erant. At non propterea negaverim aliter ista in
 Planetis cæteris se habere posse quam apud nos; cum ex iis quædam sint quæ abesse
 queant à societate animalium ratione præditorum; eoque tantum excogitata, ne rati-
 one male utamur & cum aliorum injuria, itaque societas solvatur. Possunt enim in aliis
 istis globis in ea rerum abundantia versari, ut nihil alieni appetant, rapiantve. Possunt
 ea esse æquitate, ut pacem perpetuo colant, nec sibi | invicem insidientur, aut mortem (p. 68).
 inferant; imò ut neque oderint nec irascantur; quod si esset, multo quàm nos feliciores

être estimées bien plus heureuses que nous. Mais il est plus vraisemblable que, tout comme chez nous, là-bas aussi le mal est mêlé au bien, la sottise à la sagesse, la paix à la guerre, et que l'indigence, maîtresse des arts, n'y fait pas défaut. En effet, nous avons montré auparavant que ceci aussi a son utilité; et même s'il n'y en avait point, nous n'aurions cependant pas de cause pour préférer leur condition à la nôtre.

Qu'ils jouissent du plaisir des conversations.

Ce que je dirai maintenant, semblera assez osé, je le fais, sans cependant être improbable. Si les peuples Planétaires vivent en société (ce que nous avons conclu tout-à-l'heure) je soutiens qu'outre les commodités qui en résultent ils en éprouvent un plaisir semblable à celui que nous recueillons de nos réunions et conversations amicales, de nos amours, de nos farces, de nos spectacles. Ceci, dis-je, est probable, parce que, si nous ne concédions rien de tel aux Planétiotes, mais que nous les considérions comme vivant toujours sérieusement, sans aucune gaieté ni aucun divertissement, nous leur dénierions un excellent condiment de la vie dont celle-ci pourrait difficilement se passer, et que nous supposerions ainsi notre vie à nous plus heureuse, contrairement aux postulats de la raison.

Qu'ils construisent des maisons contre la pluie.

Pour faire un examen ultérieur de leurs occupations et passe-temps, voyons lesquelles de leurs affaires, outre celles dont nous avons déjà parlé, ont probablement quelque ressemblance aux nôtres. Qu'ils se construisent des maisons, c'est ce qu'on peut inférer avec une grande vraisemblance du fait que, comme nous l'avons fait voir, dans ces terres-là aussi il tombe des pluies. Ceci en effet suivait du fait qu'en Jupiter nous apercevons certaines bandes variables de nuages contenant sans doute des vapeurs et de l'eau, laquelle nous argumentions aussi pour d'autres raisons n'y faire pas défaut. Il y aura donc des ondées et des vents parce qu'il est nécessaire que l'humidité attirée par le Soleil retombe sur la terre et que les vapeurs engendrées par la chaleur par la dissolution de l'humidité sont cause de vents; le souffle de ces derniers se reconnaît à la dite figure variable des nuages de Jupiter. C'est donc contre ceci que probablement, pour pouvoir passer les nuits en sécurité et en paix (en effet, ils ont, comme nous, des nuits, partant aussi du sommeil), ils se munissent en bâtissant des maisons et des chaumières ou en creusant des cavernes. Et cela d'autant plus que chez nous toute espèce animale à l'exception des poissons ⁴⁶⁾, fait des constructions de ce genre pour sa sécurité. Mais pour quelle raison penseraient-ils que des maisonnettes et des chaumières seulement sont construites par les habitants des Planètes et non pas des maisons amples et magnifiques, si ce n'est celle que nous ne pouvons pas nous imaginer que nos choses à nous ne seraient pas belles et parfaites au-dessus de toutes les autres? Or, que sommes nous? Nous sommes ceux qui habitent ce petit globe qui n'est pas même une dix-millième partie des globes de Saturne ou de Jupiter, lorsqu'on fait la comparaison de leurs volumes. Aucune raison ne peut donc être alléguée pour laquelle on ne con-

⁴⁶⁾ Ou du moins de la grande majorité des poissons.

putandi sint. Sed verisimilius est, ut quemadmodum apud nos, sic ibi quoque bonis mala, sapientiæ stulticia, paci bellum misceatur, nec desit egestas artium magistra. Quia & ex his utilitatem aliquam proficisci antea ostendimus; & si nulla esset, tamen nec præferendi res illorum rebus nostris causam habemus.

Quod autem nunc dicam, audacius, scio, videbitur; nec tamen probabilitate caret. Colloquium in cunctitate frui. Nempe, si in societate (quod jam penè obtinuimus) vivant gentes Planetarum; etiam, præter commoda inde provenientia, voluptate aliqua tali eas affici, quali nos, ex congressibus colloquiisque amicorum, amoribus, jocis, spectaculis. Hoc, inquam probabile est, quia si nihil horum Planeticolis concedamus, sed semper eos seriò, ac sine omni hilaritate, aut animi remissione agere putemus; ingens vitæ condimentum, quoque vix illa carere possit, iis adempturi simus, atque ita nostram hanc beatiorem facturi; contra quam ratio postulat.

De reliquis vero occupationibus & studiis illorum ut porrò inquiramus; videndum est quænam istorum, præter ea quæ jam diximus, cum nostris aliquam similitudinem habere probabile sit. Domos sibi eos construere, ideo vel maxime credere libet, quòd & pluvias in terris illis cadere ostendimus. Sequebatur enim hoc ex eo, quod in Jovis Planeta nubium quidam mutabiles tractus cernuntur; vapores, aquamque haud dubie continentes: quam aliunde quoque illic non deesse argumentis adstruebamus. Erunt ergo & imbres & venti, quia attractum à sole humorem recidere in terram necesse est; & calore soluti vapores ventorum causa sunt; quorum status ex illa nubium Jovialium mutabili facie cognoscitur. Adversus hoc ergo, ut noctes tuto & quiete transi- (p. 69.)gant (habent enim & noctes & somnum proinde, uti nos) munire se eos, casasque ac tuguria ædificare, aut specus effodere, verisimile est. Atque eo magis quod omne genus animalium, apud nos, exceptis piscibus⁴⁶), ad sui tutelam hæc molitur. Cur vero casas & tuguria, & non domos amplas & magnificas Planetarum habitatoribus extrui credamus, nisi quod non possumus res nostras non præ omnibus pulchras perfectasque putare. | Qui autem nos? Nempe in globulo illo vitam agentes, qui non decies mille- (p. 70.)simam partem globorum Saturni aut Jovis aquet, si corporum moles inter se conferantur. Nulla equidem ratio adferri potest cur non Architecturæ elegantiam, symmetriamque, æque cognitam habeant in istis cæterisque Planetis, ac nos in nostro: nec cur non palatia, turres, pyramidesque alicubi nostris multo altiores sumptuosioresque,

Domos adversus
pluviam extruere

naîtrait pas en ces autres Planètes aussi bien que chez nous l'élégance et la symétrie de l'Architecture, ou pourquoi on n'y bâtirait pas quelque part des palais, des tours et des pyramides beaucoup plus élevés et plus somptueux, et tout aussi harmonieux, que les nôtres. Et comme dans ces choses s'exerce une industrie fort variée des hommes, telle que celle qui s'occupe de la taille des pierres, de la cuisson de la chaux et des briques, de l'usage du fer, du plomb, du verre et aussi de l'or pour les ornements, il est vraisemblable que là-bas se trouvent des industries nullement inférieures à toutes celles d'ici.

Que si la surface de chacun de leurs Globes est divisée d'une manière semblable à celle de chez nous, c. à. d. qu'une partie est occupée par de la terre ferme et une autre par des mers comme on peut le conclure des observations susmentionnées de Jupiter, puisque des nuages ne peuvent guère provenir que de vastes nappes d'eau, il y a une très forte raison pour les juger aussi navigateurs. Même sans pouvoir alléguer ces raisons nous ne saurions sans arrogance revendiquer pour notre Globe Terrestre seul une chose si importante et si utile. C'est surtout sur les mers de Jupiter et de Saturne que la navigation doit être commode à cause de l'abondance des Lunes, par le moyen desquelles ce qu'on appelle la mesure des longitudes, qui ne nous est pas possible de cette manière, y doit être facilement obtenue. Que s'ils font usage de navires, combien d'autres choses n'auront-ils pas qui s'y rapportent : des voiles, des ancres, des cordes, des poulies, des gouvernails, et, comme nous, l'usage particulier de tous ces attirails, de sorte qu'ils pourront naviguer avec un vent presque contraire, et vers deux côtés opposés avec le même vent. Il ne leur manquera peut-être pas non plus l'invention de la boussole si le mouvement de la matière magnétique qui traverse continuellement notre globe est une chose à laquelle correspond un mouvement analogue dans le cas des autres planètes. La science Mécanique et l'Astronomie sont absolument nécessaires dans la navigation, donc aussi la maîtresse de l'une et de l'autre, savoir la Géométrie, dont nous avons déjà parlé plus haut.

Qu'ils naviguent
et pratiquent donc
aussi les arts qui
s'y rapportent.

J'estime d'ailleurs, même en n'ayant pas égard à ces arts ou à quelques autres dans lesquels ou bien la nécessité ou bien l'occasion a fait naître une Géométrie primitive, que les raisons ne manquent pas pour lesquelles il est vraisemblable que la connaissance de cette science est échue aux Planétiens. Car soit qu'on considère le prix et la dignité de cette science en elle-même, dans laquelle il est fait un insigne usage de notre intelligence et se trouve une compréhension certaine et indubitable de la vérité, comme elle n'existe en nulle autre chose et en nulle autre science; soit qu'on tient compte du fait que la nature est telle et que tels sont aussi ses axiomes et ses énoncés qu'elle doit être partout absolument la même en quelque endroit et à quelque temps ou en quelque monde qu'elle se présente; il semble bien qu'une chose de si grande valeur n'ait pas été instituée pour nous seuls, rendue accessible aux habitants de notre Terre seulement. N'est-il pas vrai que la nature même nous présente de beaucoup de manières des figures Géométriques, par exemple des circonférences de cercles, des triangles, des polygones, des sphères, et nous invite pour ainsi dire à en chercher les

Comme aussi la
Géométrie.

nec minori concinnitate exædificent. Cumque multiplex sit hominum in his rebus industria; ut in cædendis lapidibus, coquenda calce & lateribus; cum ferro, plumbo, vitro utantur, atque ad ornatum auro quoque; his omnibus nihilo inferiora illic haberi virisimile est.

Si vero divisa est illis, sicuti nobis, Globi sui superficies, ut pars terram, pars maria contineat; uti ex supra memoratis Jovis observationibus colligi potest, quia nubes vix aliter quam ex maris amplis tractibus enascerentur; permagna ratio est ut & navigare eos putemus. Cum alioqui etiam rem tantam, tamque utilem, nostræ Telluris Globo soli non absque arrogantia ascripturi simus. Præsertim verò in Jovis Saturnique mari-bus commoda esset | navigatio propter Lunarum plurium utrobique copiam; quarum ductu longitudinum mensuram, quam vocant, quæ nobis non contigit, facile consequi possint. Quod si navium usum habent, quam multa præterea habebunt quæ ad eas pertinent; Vela, anchoras, funes, trochleas, gubernacula; & horum usum peculiarem quemadmodum nos; ut vento penè contrario navigetur, in contrarias vero partes eodem vento facillime. Nec fortasse nauticæ pyxidis invento carebunt; siquidem motus materiæ magneticæ, quæ terræ globum continue pervadit, est ejusmodi quid, ut cæteris quoque planetis convenire censeretur possit. Mechanicæ quidem scientia, & Astro-nomiæ, in re navali necessario requiritur, atque adeo utriusque harum magistra Geo-metria, de qua jam ante aliquid attigimus.

Navigare, adeoque
& artes, quæ eo
faciunt excolere.

Existimo autem, etiamsi nec ad istas artes nec ad alias quasdam respiciamus, in quibus vel necessitas vel occasio Geometriæ inveniendæ initium fecerit, non deesse rationes, quibus verisimile fiat ejus notitiam Planetarum incolis obtigisse. Sive enim cognitionis ipsius pretium ac dignitas spectetur, in qua singularis quidam intelligentiæ est usus, ac certa | indubitataque veri comprehensio, quanta in nullis rebus disciplinive aliis reperitur: sive quod est ejusmodi natura sua, ac talia ejus axiomata & effata, ut quocumque loco & tempore, aut quibuscumque in mundis extet, prorsus eadem ubique esse debeat; videtur omnino non solis Telluris nostræ incolis res talis parata aut oblata esse. Quid quod figuras Geometricas, velut circulos, triangula, polygonas, sphaeras, multis modis natura ipsa oculis objicit, ad variasque eorum proprietates indagandas quasi invitat; in quarum contemplatione, etiam extra utilitatem omnem, summa est

(P. 72.)

Ut & Geometriam.

diverses propriétés, dans la contemplation desquelles, même en dehors de toute utilité, il y a un fort grand plaisir? Qui n'est pas saisi d'admiration lorsqu'il apprend ce qui est enseigné sur la circonférence de cercle dans les *Éléments* d'Euclide et dans les lieux Plans d'Apollonius, ou ce qu'Archimède a publié sur la surface de la sphère et la quadrature de la Parabole, ou qu'il considère les découvertes si subtiles des auteurs modernes? Or, la vérité de toutes ces choses et les voies qui y conduisent sont les mêmes en Saturne et Jupiter que chez nous; tout y dépend des mêmes principes fort simples, ce qui doit nous porter à croire bien facilement qu'en ces autres planètes il y a des individus qui prennent part à cette fort belle et fort agréable étude; quoique le plus grand argument pour cette thèse se tire de l'utilité de la dite science pour toute la vie. Que si je disais que les habitants des Planètes ont pénétré assez loin dans le domaine de la Géométrie pour avoir inventé les Tables des Sinus et les Logarithmes et le calcul Analytique, il pourrait sembler que j'avais des choses étranges et presque ridicules. Il n'y a cependant aucune raison pour ne pas admettre qu'ils peuvent avoir trouvé une partie de ces choses ou qu'ils les trouveront plus tard; et même peut-être des théories plus remarquables que celles que nous possédons. Car nous ne devons pas, comme je l'ai déjà souvent dit, préférer nos conditions, en nous préférant nous-mêmes, à celles des Planétiotes.

La Musique.

Il est de plus certain que ce que nous remarquons d'unique et d'éternel dans la science Géométrique se trouve également dans celle de l'Harmonie, puisque toutes les consonances consistent dans une mesure et proportion constantes, et que tout l'ordre des tons, ainsi que tout le charme du chant même univocal, sont fondés sur les consonances. D'où s'ensuit que chez tous les peuples on chante les mêmes intervalles, soit que la voix progresse par des degrés continus soit que ce soit par des sauts. Des auteurs dignes de foi rapportent même qu'en Amérique vit un certain animal qui fait entendre six tons musicaux successifs*); d'où ressort que la nature même en préfère les invariables rapports. Comme ce qui se rapporte à ce sujet est donc constitué d'une façon certaine, unique et nécessaire, il est vraisemblable que, non moins que la Géométrie, le plaisir de la Musique appartient à plus d'individus qu'à nous. Car, l'existence d'autres terres et d'autres animaux raisonnables et doués du sens acoustique ayant été une fois admise, pourquoi ce plaisir uniquement réalisable par le son ne serait-il tombé en partage qu'à nous? J'ignore de quel poids sera pour autrui l'argument tiré ici par nous de l'unité et de l'immuable nature de ces arts; pour moi il n'est ni faible ni méprisable; il me semble n'être guère inférieur en force à celui dont je me suis servi plus haut en établissant que la faculté de voir convient aux animaux Planétaires.

Or, s'ils prennent plaisir aux tons harmonieux et au chant, il est aussi presque impossible qu'ils n'aient pas trouvé quelques instruments musicaux, puisqu'il doit leur être arrivé de tomber même par hasard sur des inventions de ce genre, grâce par exemple à des cordes fort tendues, à des sons aériens, au bruit du souffle dans des tiges de roseaux ou de cignes. De même que nous sommes parvenus de pareils commencements aux lyres, aux guitares, aux flûtes, aux instruments à un grand nombre

oblectatio. Quis enim non admiratur, cum discit ea quæ de circulo in Elementis Euclideanis, & Apollonii locis Planis docentur? aut quæ de sphaeræ superficie & quadratura Parabolæ Archimedes prodidit, aut recentiorum subtilissima inventa? Quorum omnium eadem, & ad discendum æque exposita, est veritas in Saturno, ac Jove, atque apud nos, & ex iisdem simplicissimis principiis pendens, quo facilius credi potest pulcherrimi jucundissimique studii in illis ac cæteris planetis aliquos participes esse: Et si præcipue hoc suadet utilitas quæ ex eo in omnem vitam emanat. Quod si jam eo usque rei Geometricæ peritos qui in Planetis sunt dicerem, ut & Tabulas Sinuum, & Logarithmos, & calculum Analyticum invenerint; abscondita ac pene ridicula proferre viderer. Nec tamen quidquam obstat quin horum aliquid reperisse potuerint, aut aliquando reperturi sint; atque etiam his nostris fortasse majora. Non debemus enim, ut jam sæpe diximus, præferre nos ipsos ac res nostras rebus Planeticolarum.

Cæterum illud quod uniusmodi & æternum in Geometrica scientia inesse animadvertimus, similiter quoque in Harmonicis inveniri certum est; cum consonantiæ omnes constanti mensura ac proportionem constituentur, omnis vero phlogorum ordo, omnisque cantus delectatio, etiam vocis singulæ, in consonantiis fundata sit. Quo sit ut apud omnes gentes eadem tonorum intervalla canantur, sive per gradus continuos, sive saltu vox progrediatur. Imo animal quoddam in terris Americæ reperiri sive digni auctores narrant, quod sex musicos tonos deinceps voce exprimat*): Ut appareat ipsam naturam immutabili ratione eos præscribere. Quandoquidem igitur quæ huc spectant, certa quoque & unica, & necessaria ratione sese habent, verisimile est, non minus quam Geometriæ, etiam Musicæ oblectationem ad plures quam ad nos pertinere. Positis enim aliis terris atque animalibus ratione & auditu pollentibus, cur tantum his nostris contigisset ea voluptas, quæ sola ex sono percipi potest? Nescio equidem quantum apud alios valiturum sit argumentum, quod hic ab unitate, & immutabili natura istarum artium petimus; mihi non leve aut contemnendum videtur, nec multum ei cedere, quo in superioribus usus sum, cum videndi facultatem Planetariis animalibus convenire docui.

Porro si tonis harmonicis & cantu delectentur, vix quoque fieri potest quin & instrumenta quædam musica repererint: quoniam & casu in huiusmodi inventa incidere contingit: velut chordis valide contentis, aeris sono, cannarum aut cicutarum libilo. A quibus initiis, sicuti ad testudines, citharas, tibias, & organa polyplecetra nos perve-

*) ?

Qui pourrait cependant différer de la nôtre.

de cordes, de même auront-ils pu inventer, eux, des instruments non moins élégants. Mais tandis que les tons et les intervalles des chants sont bien déterminés, nous voyons cependant auprès d'un nombre de divers peuples autant de différents modes et normes de chant: il en était ainsi dans l'antiquité pour les peuples Dorique, Phrygique et Lydique; dans le présent siècle pour les Français, les Italiens et les Persans. Il est donc possible que l'Harmonie des Planétaires s'écarte assez loin de toutes celles que nous venons de mentionner, en étant pour leurs oreilles fort agréable. Mais il n'y a pas de raison pour la juger plus primitive que la nôtre: pourquoi ne feraient-ils pas usage, eux aussi, de sons chromatiques et de quelques sons Enharmoniques? puisque la nature fournit aussi les sémitons et les définit par des proportions fixes. Pour qu'ils ne soient pas allés moins loin que nous dans ces matières, il faudra peut-être aussi leur accorder la polyphonie des voix ou des cordes, la mixture artificielle tant des tons dissonants que du triton et de la quinte diminuée. Je fais que ceci aura bien peu de vraisemblance pour beaucoup de gens, moins encore si nous proclamons les habitants de Jupiter ou de Vénus aussi doctes que ceux qui excellent le plus dans cet art en France ou en Italie. Et cependant il peut être vrai qu'ils les surpassent même; ils peuvent nommément dans la partie Théorique de cet art avoir été à même de comprendre ce qui jusqu'ici est resté plus ou moins intelligible aux hommes de cette terre-ci. En effet, si vous demandez à nos Musicologues pourquoi la succession de deux quintes est fautive ⁴⁷⁾, d'autres diront que la trop grande douceur doit être évitée qui proviendrait de la répétition d'une consonance si agréable; d'autres que dans l'harmonie il faut rechercher la variété. Voilà ce que répondent nos principaux auteurs sur cet art, et parmi eux Descartes ⁴⁸⁾. Mais un habitant de Jupiter ou de Vénus démontrera peut-être que la cause plus véritable c'est la suivante: en passant immédiatement d'une Quinte à une autre, il se produit quelque chose d'analogue au passage subit à un autre mode, puisque la Quinte, jointe au son qui la partage en tierce (lequel, s'il fait défaut, est mentalement ajouté) définit le mode: or, un tel changement de mode est à bon droit jugé par les oreilles désagréable et mal fondé, comme aussi généralement nous

Pourquoi il est fautif de faire succéder une quinte à une quinte.

⁴⁷⁾ Voyez aussi sur cette question les p. 129 et 170 du T. XX. A la p. 110 du dit Tome nous avons fait mention de la présente page du Cosmothéoros.

⁴⁸⁾ Dans le Ch. XII („De ratione componendi et modis“) de son „Compendium Musicæ“ Descartes s'exprime comme suit: „... ad maiorem elegantiam & concinnitatem hæc sequentia observanda sunt: ... Secundo. Ut nunquam duæ octavæ vel duæ quintæ se invicem consequantur immediate. Ratio autem quare id magis expresse prohibeatur in his consonantijs quam in alijs, est quia hæc sunt perfectissimæ; ideoque, dum una ex illis audita est, tunc plane auditui satisfactum est. Et nisi illico aliâ consonantiâ ejus attentio renovetur, in eo tantum occupatur, ut advertat parum varietatem & quodammodo frigidam cantilenæ symphoniam. Quod idem in tertijs alijsque non accidit: immò, dum illæ iterantur, sustentatur attentio, augeturque desiderium, quo perfectiorem consonantiâ expectamus“.

nimus, ita illi quoque non minus elegantia excogitare potuerint. Sed quemadmodum certi definitique licet sint toni, cantusque intervalla, tamen apud diversos populos alium | atque alium esse canendi morem ac normam videmus; ut olim apud Dores, Phrygas, Lydos; nostra ætate apud Gallos, Italos, Persas: ita fieri potest ut ab omnibus his longius abeat Planetariorum Harmonice, quamvis illorum auribus gratissima. Cur vero nostra rudior opinemur nulla ratio est; neque etiam cur non & chromaticis sonis, & quibusdam Enarmoniis utantur? cum hemitonia quoque natura suppeditet, certisque proportionibus definiat. Imo ne minus assæcuti sint hisce in rebus quam nos, etiam plurimum vocum aut chordarum concentus, artificiosaque permixtio, & dissonantium tonorum, & tritoni, & diapente diminutæ usus iis fortasse concedendus sit. Scio vix aliquam verisimilitudinem apud multos hæc habitura, ac minorem etiam, si æque doctos dicamus in Jove aut Venere incolentes, ac sunt ii qui in Gallia, Italiæ plurimum hac arte excellunt. Et tamen fieri potest ut vel illis peritiores sint, ac præcipue in parte Theoretica hujus artis ea perspexerint, quæ apud nostrates hosce parum hactenus intellecta sunt. Si enim ex nostris Musicis quæras, cur consonantia diapente post aliam similem vitiose ponatur⁴⁶⁾, dicent | alii nimiam dulcedinem devitari, quæ ex gratissimæ consonantiæ iteratione nascatur: alii varietatem in harmonicis sequendam esse. Hæc enim præcipui artis auctores, cumque iis Cartesius⁴⁸⁾, adserunt. At Jovis aut Veneris incola forsan veriore hanc causam demonstrabit, quod à Diapente ad aliam deinceps pergendo, tale quid fiat, ac si repente toni statum immutemus; cum Diapente, unâ cum interjecto ditoni sono, (qui si desit, mente suppletur) toni speciem certo constituat: hujusmodi vero subita commutatio auribus merito injucunda in condi-

7. 753.

Quæ tamen a nostra diversa esse possent.

p. 76.

Cur consonantia diapente post aliam similem vitiose ponatur?

frappe comme plutôt dure (si ce n'est en passant) la succession de trois sons consonants à l'harmonie de trois autres, aucun des trois premiers n'étant conservé. Ce même habitant saura peut-être ce qu'aucun de nos hommes n'a encore remarqué, savoir pourquoi dans aucun chant monophone ou polyphone, le ton ne peut être maintenu à la même hauteur si ce n'est par cette cause que la plupart des intervalles consonants sont spontanément et inconsciemment tempérés de manière à s'écarter quelque peu des intervalles parfaitement justes. Et pourquoi dans un système de cordes ce tempérément est le meilleur lorsque de la Quinte un quart de comma est partout retranché. Ce que nous avons récemment montré pouvoir être effectué sans différence sensible par la division des octaves en 31 parties égales, d'où résulte un certain cycle Harmonique fermé ⁴⁹⁾. Or, si les habitants des Planètes ont conçu ces vues théoriques, il est nécessaire que les nombres Logarithmiques leur soient aussi connus.

Démonstration de la nécessité d'appliquer un tempérément au ton de la voix.

Ce que j'ai dit de la nécessité de tempérer le Ton de la voix, demande une démonstration qui n'est pas difficile; nous l'ajoutons ici attendu que nous avons déjà commencé à débiter autre chose que nos rêves. Je dis donc que si quelqu'un chante successivement les sons que les Musiciens désignent par les Lettres C, F, D, G, C par des intervalles consonants absolument parfaits, en élevant et baissant alternativement la voix, ce dernier ton C sera inférieur de tout un Comma (comme on dit) au premier C d'où partait son chant. C'est ce qu'on peut conclure du fait que des rapports justes correspondant à ces intervalles, lesquels sont 4 à 3, 5 à 6, 4 à 3, 2 à 3 se compose le rapport 160 à 162 au 80 à 81 qui est celui du Comma. De sorte que, si ce chant est répété neuf fois, il faut que la voix ait baissé à peu près d'un ton majeur, correspondant au rapport 8 : 9. Mais le sens de l'ouïe ne souffre aucunement cette descente; il se souvient au contraire du ton initial et y retourne. Nous sommes donc obligés de faire usage d'un certain tempérément occulte et de chanter ces intervalles imparfaitement, ce dont résulte une offense de l'oreille beaucoup moindre. Et c'est presque partout que le chant a besoin d'une pareille correction, comme cela appert facilement par une composition des rapports telle que celle ci-dessus. Voilà ce que nous avons voulu exposer à l'avantage de ceux qui étudient cet art et ne sont pas dénués de toute connaissance de la Géométrie. Nous retournons maintenant au point d'où nous étions partis.

Nous avons parlé de certains arts et de certaines inventions que les Planétiotes ont vraisemblablement en commun avec nous. Outre ceux-ci il faut qu'il en existe là-bas d'autres encore, ayant trait soit à l'usage et la commodité de la vie soit aux divertissements. Combien ces arts sont nombreux et importants, c'est ce que nous nous figurerons le mieux en énumérant et plaçant devant nos yeux ceux qui se trouvent chez nous.

⁴⁹⁾ Consultez sur ce sujet le T. XX.

taque judicetur; cum etiam in universum ea plerumque durior accidat, (præterquam in transitu) quæ sit à tribus sonis consonis, ad trium aliorum harmoniam, nullo priorum manente. Sciet etiam ille idem fortasse, quod nemo adhuc animadvertit nostrorum hominum, cur in nullo vocis unius, pluriumve cantu, tonus servari possit in eadem altitudine ac tenore, nisi consonantia intervalla pleraque ultro, ac nemine advertente, ita temperentur, ut à perfectione summa nonnihil defeiscant. Et cur optimum sit hoc temperamentum in chordarum systemate, cum ex Diapente quarta pars | commatis (p. 77.) ubique deciditur. Quod idem absque sensibili discrimine elici ex divisione Diapason in partes æquales 31, indeque Cyclum quendam Harmonicum in se redeuntem existere, non ita pridem ostendimus²²). Quod tamen Planetarum incolæ si perspexerunt, etiam Logarithmorum numeri iis noti esse debebunt.

At de Tono vocis temperando quod dixi, probationem habet non difficilem; quam hic adjungimus, quandoquidem jam aliquid præter somnia nostra venditare cœpimus. Ajo itaque, si quis canat deinceps sonos, quos Musici notant Literis C, F, D, G, C, per intervalla consona, omnino perfectæ, alternis voce ascendens descendensque; jam posteriorem hunc sonum C, toto Commate, quod vocant, inferiorem fore C priore, unde cani cœpit. Quia nempe ex rationibus intervallorum istorum perfectis, quæ sunt 4 ad 3, 5 ad 6, 4 ad 3, 2 ad 3, componitur ratio 160 ad 162, hoc est 80 ad 81, quæ est Commatis. Ut proinde, si novies idem hic cantus repetatur, jam propemodum tono majore, cujus ratio 8 ad 9, descendisse vocem, tonoque excidisse oporteat. Hoc verò nequaquam patitur aurium | sensus, sed toni ab initio sumpti meminit, eodemque (p. 78.) revertitur. Itaque cogimur, occulto quodam temperamento uti, intervallaque ista canere imperfecta; ex quo multo minor oritur offensio. Atque hujusmodi moderatione fere ubique cantus indiget; uti colligendis rationibus, quemadmodum hic fecimus, facile cognoscitur. Et hæc quidem in gratiam artis illius studiosorum nec Geometria rudium exponere placuit. Nunc eo unde discessimus revertimur.

Diximus de artibus inventisque quibusdam quæ nobiscum communia habere Planetiolas verisimile sit; præter quæ etiam alia exstare illic necesse est, sive ad usus & commoda vitæ facientia sive ad delectationem. Hæc vero quam multa sint, quantique facienda, ita optime rationem inibimus, si plurima illa, quæ apud nos reperiuntur, recensere & ob oculos ponere libuerit.

J'ai donné plus haut une liste des espèces d'animaux et de plantes terrestres qui diffèrent le plus les uns des autres, outre lesquels il s'en trouve une foule de moins dissimblables; et j'ai dit qu'il faut croire que dans les terres des Planètes il n'en existe pas moins de l'un comme de l'autre règne, quoique de tout autres formes qu'ici. Considérons maintenant l'utilité et les commodités que nous offrent tant le règne animal que le règne végétal, et soyons persuadés que les habitants des planètes ne profitent pas moins des animaux et des plantes qui se trouvent chez eux.

Aperçu des avantages qui nous viennent des animaux, des herbes et des arbres.

Il mérite d'être constaté ici combien nombreuses et grandes sont nos richesses. En effet, outre que les fruits des arbres et les plantes basses nous fournissent des aliments, les arbres par leurs fruits e.a. par les noix, les plantes basses par leurs semences, feuilles et racines, et qu'il est fait usage d'un grand nombre de végétaux dans la médecine, nous tirons des arbres la matière avec laquelle nous bâtissons nos maisons et nos vaisseaux. Nous fabriquons nos habits de lin, ayant inventé l'art de filer et celui de tisser. Nous tournons des fils et des cordelettes de chanvre ou de genêt; des fils nous faisons des voiles et des filets, des cordelettes des cordes et des câbles pour les ancres. Nous jouissons des odeurs et des couleurs des fleurs, et quoiqu'il y en ait aussi qui offensent les narines et qu'il se trouve des plantes nocives, il s'y cache cependant souvent quelque chose de bon: ou peut-être la nature s'est-elle proposé que par la comparaison avec ce qui est mauvais ce qui est bon serait mis en relief; ce qui lui est, pouvons-nous dire, un procédé familier. Et combien grands sont les avantages que nous tirons des animaux! Les brebis fournissent de la laine pour nos habits, les vaches du lait, les unes et les autres de la viande. Nous nous servons des ânes, des chameaux, des chevaux pour leur faire porter nos faix, et encore pour nous faire porter nous-mêmes sur leur dos ou nous faire tirer par eux en voiture. Où nous rencontrons l'excellente invention des roues que je voudrais attribuer aussi aux habitants des Planètes, ayant déjà plus ou moins démontré qu'ils vivent en société et qu'ils bâtissent des maisons. S'ils mangent, comme nous, les animaux ou bien qu'ils s'en tiennent au sentiment qui était chez nous celui de Pythagore, c'est ce que je ne saurais décider. Il appert sans doute qu'à l'homme a été donnée la liberté de se nourrir de tout ce qui naît sur la terre ou dans l'eau et contient quelque chose de mangeable, comme des plantes basses, des fruits d'arbres, du lait, des oeufs, du miel, des poissons, de la chair de la plupart des oiseaux et des quadrupèdes.

En quoi il peut sembler étrange que cet animal raisonnable est ainsi fait qu'il doit vivre par la destruction et l'occision de beaucoup d'autres êtres. Ceci ne doit pourtant pas être estimé contraire aux décrets de la nature, puisque nous voyons que les lions, les loups et autres bêtes de proie ont pour nourriture le bétail et toute autre sorte d'animaux plus faibles; que les aigles donnent la chasse aux colombes et aux lièvres; que généralement les poissons dévorent d'autres poissons plus petits qu'eux-mêmes. Quant à nous, la nature nous a même fait don de diverses sortes de chiens de chasse pour que nous puissions nous emparer par leur vitesse et la finesse de leur odorat de ce que nous ne saurions poursuivre en nous servant de nos propres pieds. Mais

Exposui supra animantium fruticumque apud nos genera quæ plurimum inter se figuris differrent: præter quæ, minus dissimilium, ingens copia reperiatur: dixique nihilo pauciora utriusque generis, ut longe diversa, in Planetarum terris existare putandum. Nunc etiam illud videamus, quæ utilitas quæve commoda, tum ex animalibus, tum ex herbis arboribusque ad nos perveniant, ac prorsus verisimile existimemus non minora ex iis, quæ illic terrarum inveniuntur, ad incolas ipsarum redundare.

Hic vero operæpretium est ut quæ sint divitiæ nostræ inspiciamus, quæ multæ magnæque sunt. Nam, præterquam quod alimenta nobis arborum fructus herbæque suppeditent; illæ pomis, nucibus; hæ seminibus, foliis, radicibus; quodque plurimorum ex his in medicina usus est; petitur ex arboribus materia qua domos navesque fabricamus. Et lino vestes paramus, excogitatis nendi & texendi artificiis. Ex cannabe, spartove, fila ac funiculos torquemus; ex filis vela ac retia conficimus, ex funiculis rudentes & funes anchorarios. Florum porro odoribus coloribusque oblectamur; & quamvis sint etiam qui nares offendant, & noxiæ quædam herbæ inveniantur, tamen in iis sæpe boni quid delitescit; vel fortasse hoc egit natura ut comparatione mali bona magis eminent: quod multis in rebus secuta videtur. Quanta vero ex animalibus est utilitas? Oves lanam ad vestitum præbent, vaccæ lac; utraque carnes ad vescendum. Asinis, camelis, equis, ad portandas sarcinas utimur. His etiam ut nos vel inscensi vehant, vel curribus juncti pertrahant. Ubi egregium illud rotarum inventum occurrit, quod libenter Planetarum quoque habitatoribus adscriberem, cum jam in societate eos vivere & domos ædificare pene evicerim. Utrum vero etiam animalibus pro cibo utantur, an Pythagoræ simile dogma sequantur, non habeo quod affirmem. Apparet quidem hoc homini datum esse, ut omnibus iis alatur quæ vel in terra vel in aquis nascuntur, si quid nutrimenti contineant; ut herbis, pomis, lacte, ovis, melle, piscibus, volucrum quadrupedumque plurimorum carnibus. In quo mirum sane videri potest, animal illud rationis compos ita esse comparatum, ut cum multorum aliorum perniciæ cædeque vivat. Nec tamen naturæ præscripto contrarium hoc esse putandum est, cum placuisse

(p. 79).

Recensentur commoda quæ ad nos perveniunt ex animalibus, herbis, arboribus.

(p. 80).

outre tous ces avantages que nous procurent les animaux et les plantes basses, l'auteur des choses a voulu que nous en tirions aussi la satisfaction de pouvoir étudier leurs diverses formes, leurs manières de vivre et de se multiplier, où il se trouve une variété presque infinie et beaucoup de choses admirables que font connaître les écrits des naturalistes. Et dans le monde des insectes même, qui n'admire les cellules hexagonales des abeilles, les toiles des araignées, les chrysalides des vers de soie dont nous fabriquons par une incroyable industrie une étoffe fort délicate et cela en si grande quantité que des navires entiers en sont chargés. Qu'il fût d'avoir rappelé sommairement ces quelques faits au sujet des règnes végétal et animal en tant que profitables à l'homme.

Des Métaux.

Considérons ensuite combien grande est son industrie dans la recherche des métaux ainsi que dans l'art de les extraire du sol et d'en examiner les qualités; de même dans celui de les fondre, de les purger, d'en faire des alliages; d'amincir les plaques d'or ou de les dissoudre dans du mercure pour qu'à peu de frais tous les objets voulus reçoivent la splendeur et la couleur de l'or. Songeons combien grande et variée est l'utilité du fer: toutes les nations qui l'ont ignorée ont vécu à peu près exemptes des arts mécaniques et n'ont eu pour armes que des arcs, des massues et des piques. Nous avons de plus, nous, la poudre (mixture de soufre et de nitre) et ses divers usages. On peut d'ailleurs mettre en doute s'il est plus utile que nuisible. Il semblerait que par sa force singulière, jointe à un grand art de fortifier les villes, une sécurité plus grande que celle d'auparavant avait été trouvée contre les attaques des ennemis; mais nous voyons qu'en même temps la violence de ces derniers s'est également accrue; d'autre part dans les combats il y a bien moins lieu aujourd'hui que jadis au courage et à la force individuelle. Il est rapporté qu'anciennement un Empereur Grec a dit *que le courage périt* lorsque furent faites les inventions des Catapultes et des Balistes ⁵⁰⁾; c'est une complainte que nous pouvons pousser aujourd'hui avec plus de raison encore, surtout depuis l'invention de ce qu'on appelle les Bombes, contre lesquelles les villes et bourgs ne peuvent se défendre par leur situation: quelle que soit leur force ils sont détruits et égalisés avec le sol. C'est pourquoi, en ne considérant que cette seule raison, il faut dire qu'il aurait été plus profitable aux hommes d'être privés de cette invention. Il ne fallait pourtant pas nous en taire dans l'énumération sommaire des inventions de notre Terre, puisqu'il est vraisemblable que sur les autres Planètes aussi quelques arts nocifs ont vu le jour en outre des bons.

De l'eau, de l'air,
et de diverses in-
dustries.

Moins douteuse est chez nous l'utilité de l'eau et de l'air. C'est à eux que nous devons la possibilité de naviguer et de mettre à notre service des forces par lesquelles nous faisons tourner sans aucun labeur de notre part des meules et des machines. Or, combien nombreuses sont ces dernières et à quelle variété de choses peuvent elles

⁵⁰⁾ Nous ignorons quel est l'auteur cité par Huygens, donc aussi de quel empereur il est question.

ei videamus ut leones, lupi, aliaque rapacia, pecudes & infirmiora quælibet pabuli loco habeant: aquilæ columbas leporesque prædentur: Piscium permulti pisciculos se minores devorent. Quin & canum | varia genera ad venandum nobis largita est, ut quæ (p. 81). pedibus nostris persequi nequiremus, illorum celeritate ac sagacitate consequeremur. Præter omnem vero istam ex viventibus herbisque utilitatem, hanc quoque delectationem ex iis nos capere voluit rerum conditor, ut varias eorum formas naturasque & generandi vias contempleremur; in quibus infinita quædam varietas ac mirabilia multa insunt, quæ apud naturæ scriptores celebrantur. Imo in ipsis insectis quis non miratur apium cellulas hexagonas, araneorum telas; tum bombycum involucria, ex quibus incredibili industria delicatissimam vestem conficimus, eaque copiâ ut naves totæ ea onerentur. Atque hæc quidem de herbarum animantiumque genere, quatenus homini profunt, summam retulisse sufficiat.

Cogitetur jam porro quanta sit ejus solertia in reperiendis, effodiendis, explorandis Ex Metallis. metallis; itemque in fundendis, repurgandis, miscendis. Quanta in tenuandis auri laminis, aut hydrargyro resolvendis, ut parvo impendio, quæcunque voluerimus, auri splendorem coloremque induant. Quam | mira ac multiplex sit ferri utilitas; quam quæ (p. 82). ignorarunt nationes, eæ omnium ferè mechanicarum artium rudes vixerunt, proque armis, tantum arcus, clavas, fudeque habuerunt. Nos vero & pulverem ex sulphure & nitro mistum habemus, variosque ejus usus, qui an plus juvet an noceat merito dubitari potest. Videbatur enim mira ejus vi, simulque artificiosa muniendorum oppidorum arte, certius præsidium inventum esse, quam præcis temporibus fuerit, adversus hostiles impetus: sed & horum ex eo simul violentiam crevisse videmus, & fortitudini viribusque in præliis multo minus nunc locum esse quam tunc fuerit. Quod enim olim Imperator Græcus dixisse fertur⁵⁰), *Perisse Virtutem* cum Catapultarum, ac Balistarum inventa exorirentur, idem nunc majori jure queri possumus; ac maxime Bombis, quos vocant, repertis; quos non mœnibus, nec situ oppida arcere repellere possunt, sed quamvis validæ disjiciuntur, ac solo æquantur. Ut, vel ob hoc unum, melius homines ejus pulveris invento carituros fuisse dicendum sit. Nec tamen propterea prætereundum fuit in commemorandis nostræ | Telluris repertis, cum verisimile sit, etiam (p. 83). in cæteris Planetis, noxia artificia quædam cum bonis emeruisse.

Auspiciatior est aquæ & aëris apud nos usus: quo & navigandi ratio constat, & vires Ex aqua, en aere, variisque artificiis. comparantur, quibus, nullo labore nostro, molas machinasque versemus. At hæc quam multiplices, quamque ad varias res adhibentur? Nam & frumenta iis comminimus,

fervir! À l'aide de ces machines nous broyons les grains, nous pressons les huiles, nous scions le bois, nous soulons les draps, nous préparons la pulpe du papier, fort belle invention par laquelle est obtenue de chiffons une abondance de feuilles blanches. Ajoutons-y l'admirable invention de l'imprimerie par laquelle tous les autres arts ne sont pas seulement conservés mais aussi comparés entre eux bien plus facilement qu'auparavant. De même l'art de sculpter et de peindre, parvenu à cette hauteur à partir d'une origine faible et primitive, tel maintenant que rien de plus élégant ne semble avoir été produit par le génie de l'homme. Considérons en outre l'art de cuire le verre et l'aisance avec laquelle on lui fait prendre tant de formes; le polissage des miroirs de verre et l'art d'y fixer le mercure; surtout aussi l'admirable usage du verre pour scruter la nature par les inventions du télescope et du microscope. Mentionnons encore la construction d'horloges automatiques, dont quelques-unes sont si petites qu'elles ne gênent aucunement ceux qui les portent, tandis que d'autres mesurent le temps avec une égalité si parfaite qu'on ne pourrait désirer rien davantage, deux formes d'horloges beaucoup perfectionnées par nos inventions ⁵¹⁾.

De ce qui a été inventé en notre siècle.

Je pourrais beaucoup ajouter sur la multiple doctrine et connaissance des choses que nous avons acquises outre les sciences de la Géométrie et de l'Astronomie, et cela surtout en notre siècle; comme la connaissance du poids de l'air et celle de la force élastique. Je pourrais parler des remarquables expériences des Chimistes parmi lesquelles celles de liqueurs inflammables, dernièrement aussi de liqueurs spontanément lumineuses et aisément amenées à brûler. De la circulation du sang par les artères et les veines, déjà auparavant comprise, mais qui n'est devenue observable à nos yeux que dans les derniers temps par l'application du microscope aux extrémités des queues de certains poissons ⁵²⁾. De même de la génération des animaux; qu'il a été trouvé qu'aucun d'eux ne naît autrement que de semence provenant de ses semblables; et que ceci est également vrai pour les herbes. Que dans la semence des mâles se trouvent des myriades d'animalcules fort alertes dont il est probable qu'ils constituent eux-mêmes les germes des animaux ⁵³⁾; chose étonnante, inconnue à tous les siècles antérieurs.

Que tout ceci n'existe probablement pas sur les Planètes, mais qu'il doit y avoir des compensations adéquates.

Après avoir fait cette énumération des inventions et découvertes des habitants de la Terre, nous pouvons émettre l'opinion qu'il est possible que quelques-unes d'entre elles soient aussi tombées en partage aux Planétaires, mais qu'il est plutôt croyable que la grande majorité de ces choses leur sont inconnues. Toutefois pour compenser celles qui leur manquent il faut qu'un nombre égal de choses belles, utiles et dignes

⁵¹⁾ Voyez les Tomes XVI et XVIII.

⁵²⁾ Voyez la p. 720 du T. XIII. Huygens marche ici sur les traces de Leewenhoek.

⁵³⁾ Voyez sur cette découverte la p. 526 du T. XIII. On voit que Huygens est „animalculiste”, non pas „oviste”.

& olea exprimimus, & ligna secamus, & pannos tundendo densamus; & chartis materiam conterimus; quarum aliàs quoque pulcherrimum est inventum, cum ex vilissimis linteorum scrutis, tam pulchra foliorum candidissimorum copia paretur. His addatur jam præclarum illud typographiæ inventum, cujus opera artes omnes reliquæ, non servantur tantum, sed & comparantur multo quam ante facilius. Item sculpendi pingendique peritia, a parvis rudibusque initiis eo progressa, ut nihil elegantius ab hominum ingenio profectum esse videatur. Ponatur & vitri excoquendi scientia, atque in tot formas ducendi facilitas. Tum speculorum vitreorum politura, hydrargyrique super ea inductio. Ac præcipue quoque vitri usus mirabilis, in pervidenda rerum natura, post telescopii microscopiique inventa. Recenseantur etiam horologiorum automatôn fabricæ; aliorum tam exilium, ut gestanti nihil incommodent; aliorum tam exquisita æqualitate tempus metientium, ut nihil supra optari possit, quibus utrisque inventa nostra plurimum profuere⁵¹).

Multa addere possem de multiplici doctrina & rerum naturæ cognitione quam præter Geometriæ Astronomiæque scientias consecuti sumus, atque ea pleraque nostra ætate: velut de gravitate aeris ac vi qua compressus resilit. De singularibus Chymicorum experimentis; è quibus liquores inflammabiles, nuperque ultro lucentes, ac levi tractatione ardentes, prodierunt. De sanguinis circuitu per arterias venasque, qui antea intelligebatur, nuper vero & oculis usurpari cæpit, adhibito microscopio, in piscium quorundam caudis extremis⁵²). Item de generatione animalium, quod inventum est nulla nisi ex similium semine nasci; idque de herbis quoque verum esse. Quodque in semine marium reperiuntur animalculorum myriades vivacissimorum, quæ ipsam animantium sobolem esse verisimillimum sit⁵³): res mirabilis, atque ab omni ævo incognita.


Jam vero postquam hæc omnia accumulavimus Telluris incolarum inventa, putamus fieri quidem posse, ut quædam eorum etiam apud Planetarios extent; credibile tamen esse maximam partem eorum illis ignorari. At iis quæ non habent rependendis æque multa, pulchraque & utilia, & admiratione digna iis tributa esse oportet. Quamquam igitur ibi terrarum aliquos ratione præditos, & Geometras, & Musicos reperiri

Ex iis, quæ nostra ætate inventa sunt.

(p. 85).

Illa omnia verisimiliter non extare in Planetis, sed aliis æque dignis rependi.

d'admiration leur soient échues. Par conséquent, quoique nous ayons fait voir par des arguments probables qu'il se trouve là-bas certains êtres raisonnables, et parmi eux des Géomètres et des Musiciens, que ces êtres vivent en société et en communauté, qu'ils sont pourvus de mains et de pieds et munis de toits et de murs, il ne faut pourtant pas mettre en doute, si Mercure ou un puissant Génie nous conduisait chez eux, qu'à la vue de leur forme et du spectacle de leurs affaires nous serions frappés de stupeur plus que nous ne pourrions l'exprimer en paroles. Mais comme tout espoir de faire un tel voyage nous fait défaut, nous devons nous contenter d'examiner ici la seule chose qui se prête à notre investigation, savoir quel est l'aspect du ciel pour ceux qui habitent un quelconque de ces globes; ceci aussi fait partie de leur vie. Nous rapporterons en même temps quelques autres choses mémorables, savoir ce qui a trait à l'état particulier de chaque globe en tant que possédant une certaine grandeur et une famille de satellites. Enfin nous parlerons de la mesure par une nouvelle méthode de l'incroyable distance des étoiles fixes. En attendant nous prendrons quelque repos après notre méditation longue et détaillée, et nous terminerons ici le présent Livre.



probabilibus argumentis ostenderimus, & in societate communitateque viventes, & manibus pedibusque instructos, teetisque & mœnibus munitos: non tamen dubitandum est, quin & formæ, & rerum quas agunt novitate, mirabile supra quam dici possit futurum sit spectaculum, si quis Mercurius, aut potens Genius eò nos deducat. Sed cum ejus itineris conficiendi spes omnis adempta sit, id unum tamen, quod possumus investigare non pigebit; qualis nempe cœlestium rerum facies sese | offerat, in unoquo- (p. 86).
que istorum globorum vitam agentibus, cum ad eam hoc quoque pertineat. Simul vero & de præstantia cujusque, tum ob magnitudinem, tum ob adjunctum comitum lunarum numerum, quædam scitu digna referemus, ac stellarum denique inerrantium incredibilem distantiam nova ratione indagabimus. Sed à longa attentaque meditatione quiescemus hic paulum, sinemque huic Libro imponemus.



LE COSMOTHEOROS

OU

CONJECTURES SUR LES TERRES CÉLESTES
ET LEUR APPAREILLEMENT

PAR

CHRISTIAN HUYGENS,

OUVRAGE DÉDIÉ À SON FRÈRE CONSTANTYN HUYGENS.

LIVRE II.

En lisant il y a plusieurs années le Livre d'Athanase Kircher intitulé *Iter Ecstaticum* ¹⁾ (Voyage fantastique) où il disserte de la Nature des Astres et des choses qui existent sur la surface des Planètes, je m'étonnai que rien n'y est dit de ce qui, alors déjà, me semblait probable en cette matière; mais qu'il y rapporte des choses tout autres lesquelles pour la plupart sont vides de sens et peu raisonnables. Ce que je compris encore mieux en parcourant le même ouvrage une deuxième fois après avoir écrit ce qui précède. J'en conclusai que mes conjectures avaient une certaine valeur, la comparaison avec celles de Kircher leur donnant du poids. Pour qu'on puisse en juger, et pour qu'il apparaisse combien vainement on essaie de spéculer sur ces choses en rejetant le vrai fondement, savoir celui de la vraisemblance, dont nous nous sommes servi, il ne fera pas déplacé de citer quelques passages de cet ouvrage.

¹⁾ Ce livre parut à Rome en 1656. Une deuxième édition, qui peut fort bien avoir été celle consultée par Huygens, parut en 1660 „Herbipoli [c. à d. à Würzburg], sumpt. J. A. & W. Endterorum hæc.” L'éditeur est Gaspar Schott. Le titre est le suivant: „R. P. Athanasii Kircheri Iter extaticum coeleste, quo mundi opificium, id est, coelestis expansi, siderumque tam errantium, quam fixorum natura, vires, proprietates, singulorumque compositio & structura, ab infimo Telluris globo, usque ad ultima Mundi confinia, per fieri raptus integumentum explorata, novâ hypothesi exponitur ad veritatem, interlocutoribus Cosmiele et Theodidacto”, etc. Un „Apologeticon contra censuram nonnullarum propositionum, ex Itinerario Exstatico Kircheriano excerptarum” y fait suite, ainsi qu'un deuxième traité de Kircher intitulé „Iter extaticum II, qui & mundi subterranei prodromus dicitur, quo geocosmi opificium, sive terrestris globi structura, unâ cum abditis in ea constitutis arcanioris naturæ reconditoris, per fieri raptus integu-



CHRISTIANI HUGENII
COSMOTHEOROS,

SIVE

DE TERRIS CŒLESTIBUS, EARUMQUE ORNATU,
CONJECTURÆ.

AD

CONSTANTINUM HUGENIUM,

FRATREM.

LIBER II.



UM ante annos complures Librum Athanasii Kircheri, qui *Iter Ecstaticum*¹⁾ inscribitur, evolverem; in quo de Natura Siderum, rebusque in Planetarum superficie extantibus, differitur; mirabar nihil illic adferri eorum quæ mihi jam ab illo tempore circa hæc, (p. 88).
tanquam valde probabilia, occurrebant: sed longè alia tradi, inania pleraque, & à ratione aliena. Quod magis etiam intellexi, cum conscriptis superioribus idem opus denuo percurrerem. Jamque visum est aliquid esse conjecturas nostras, ac ponderis nonnihil iis accedere, si cum Kircherianis conferantur. Quod ut judicari possit, utque appareat quàm de his rebus frustra philosophari conentur, qui fundamenta unica verisimilitudinis, quibus usi sumus, rejiciunt; non abs re erit de opere illo quædam annotasse.

mentum exponitur ad veritatem" (également réimpression, corrigée, d'un traité qui avait auparavant vu le jour à Rome).

Le Catalogue de vente de 1695 des livres de Huygens ne mentionne que „Kircheri mundus subterraneus, Amst. 1665. fig. en veau" (Libri miscellanei in folio 106).

Le voyage fantastique de Kircher est examiné.

Cet excellent homme nous propose la fiction suivante: sous la conduite d'un Génie il se suppose promené par les espaces célestes et leurs astres. Il raconte donc comme s'il avait tout vu lui-même ce qu'il emprunte en réalité en partie à des écrits astronomiques, pour une autre partie, pensant que tout-le-monde pourra bien l'approuver, à ses propres méditations sur les terres planétaires. Mais avant d'entreprendre son long voyage il avance et pose comme certaines les deux propositions suivantes, d'abord qu'il ne faut attribuer aucun mouvement à la Terre, en second lieu que Dieu n'a pas voulu qu'il existât sur les globes des Planètes aucune chose douée de vie ou de sens, donc pas même des plantes²). En rejetant le système de Copernic il fait choix, pour le suivre, de celui de Tycho. Mais comme il considère les étoiles fixes comme autant de Soleils et qu'il range autour de chacune d'elles les Planètes qui lui correspondent, il en résulte (j'ignore s'il l'a remarqué) un nombre infini de systèmes Copernicains. C'est avec une grande absurdité qu'il fait tourner tous ces corps, en outre de leurs mouvements propres, avec une immense vitesse en vingt quatre heures autour de notre Terre. Et comme il avoue que la plus grande partie de ces corps sont placés en dehors du champ de vision des hommes, il tombe aussi dans cette étrangeté qu'il faut dire que tant de Soleils luisent en vain et communiquent vainement leur chaleur à tant de globes semblables à la Terre et possédant (car c'est ainsi qu'il le veut) les mêmes éléments et généralement les mêmes choses à l'exception des plantes et des animaux. De ceci il s'égare vers des pensées encore plus absurdes: ne trouvant dans les Planètes de notre système aucune autre utilité, il se tourne vers les inepties depuis longtemps rejetées des Astrologues et soutient que tous ces grands corps ont été créés dans le but de conserver le monde dans un état indemne par leurs différents effluves gouvernés par des lois fixes, effluves qu'il dit exercer aussi leurs influences sur les âmes humaines. Par respect pour l'art Astrologique il raconte qu'en Vénus une apparence des choses agréable et belle se présenta à lui, avec une douce lumière, des ondes légères, de fort bonnes odeurs, des cristaux scintillants de toutes parts. En Jupiter des vents salubres et odoriférants, des eaux fort limpides, des terres d'une splendeur argentée. D'où il pouvait conclure que les effluves de l'un et de l'autre astre n'apportent à notre Terre et aux hommes que des choses heureuses et salutaires, les rendant ou bien beaux et aimables ou bien enclins à la sagesse et à la gravité. En Mercure il trouva je ne sais quoi de serein et d'alerte, capable d'imbiber les enfants naissants d'intelligence et d'industrie. Mais en Mars il dit avoir vu partout des choses désagréables, pernicieuses, fétides, des flammes de poix, des fumées. En Saturne des choses tristes, horribles, sales, ténébreuses. De sorte que de ces Planètes (regardées

² A la p. 53 de l'édition de Schott Kircher s'exprime comme suit: „Ne vero quidpiam Sacrae Romanæ Ecclesiæ decretis & institutis contrarium asseramus, id unicum contendimus, ut coelestium globorum incolas unâ cum mobilitate terræ perpetuò proscriberemus”.

Is igitur Vir optimus, Genio quodam duce, per cæli spatia, stellasque se circumferri fingens, partim ea quæ ex Astronomorum scriptis hauserat, partim quæ ipse de Planetarum terris meditatus erat, ac vulgo probari posse putabat, quasi visa enarrat. Antequam verò iter longinquum ingrediatur, hæc duo tanquam certo tenenda statuit sancitque; nullum videlicet Telluri motum esse tribuendum; tum nihil in Planetarum globis Deum extare voluisse, quod vita aut sensu præditum sit, adeoque nec herbas quidem²). Itaque, relicto Copernici systemate, Tychoenicum | sibi quod sequatur deligit. Sed cum stellas inerrantes pro totidem Solibus habeat, iisque singulis suos Planetas circumponat; hoc ipso (quod an senserit nescio) infinita numero jam exoriuntur ei Copernicea systemata. Quæ quidem perabsurdè, præter sibi proprios motus, universa circum Tellurem nostram, viginti quatuor horis, immani celeritate converti facit. Cumque horum maximam partem fateatur extra hominum conspectum esse remotam, in hoc quoque incidit incommodum, ut frustra tot Soles lucere dicendi sint, frustra que calorem suum impertiri tot globis Telluri similibus, elementaque eadem, (ita enim vult) & cætera omnia habentibus, præter stirpes & animalia. Atque hinc porro ad alia magis absfona delabitur. Nam quia ne Planetarum quidem, qui nostro systemate continentur, alium ullum reperit usum, ad diu explosas Astrologorum ineptias se convertit; & hoc sine tot tantasque corporum moles conditas esse vult, ut influxu eorum vario, certisque legibus temperato, mundi universitas conservetur, incolumisque perduret: utque præterea in hominum animos iidem influxus vires suas exerceant. Itaque, in Astrologicæ artis gratiam, in Veneris Planeta jucundam pulchramque rerum faciem sibi oblatam narrat; cum luce blanda, undis dulciter fluctuantibus, odoribus suavissimis, atque undique fulgentibus crystallis. In Jove auras salubres, ac suaveolentes, aquas limpidissimas, terras argentei splendoris. Quò nimirum, ab influxu hujus utriusque sideris, fausta ac salutaria omnia in Terram hominesque deriventur; ut vel pulchros & amabiles, vel ad prudentiam & gravitatem propensos reddat. In Mercurio nescio quid serenum vividumque, unde ingenium ac solertia nascentibus insinuetur. At in Marte omnia tetra, exitialia, fætida, piceas flammæ, fumosque se vidisse memorat. In Saturno tristitia, horrenda, squallida, caliginosa; ut ex his Planetis, (nescio quare Apo-

Kircheri iter extrinsecum examinatur.

(p. 89).

(p. 90).

toutes, j'ignore pour quelles raisons, comme „apotélesinatiques”) des effluves affreux et malséants se répandent sur le monde et les mortels, à moins toutefois qu'il ne leur arrive d'être corrigés et mitigés par les rayons des planètes antérieurement nommés. Ce sont ces choses et autres du même genre qu'il apprend en tant que compagnon de son Génie céleste, lequel il fait aussi répondre sérieusement à la question de savoir si un Juif ou un Païen, transporté en Vénus, pourrait être valablement baptisé dans les eaux qui coulent sur cette Planète ³⁾. L'enseignement du même Maître lui apprend que le ciel stellifère n'est pas composé d'une matière solide mais qu'il est au contraire entièrement liquide, que les innombrables étoiles ou Soleils y sont distribués en long et en large sans être attachés à rien (jusqu'ici tout va bien) et qu'en l'espace d'un jour ils décrivent, comme je l'ai déjà dit, des orbes immenses. Il ne lui vient pas à l'esprit que si ce mouvement était tel, ces soleils s'enfuiraient chacun de son côté avec une force énorme à cause de leur mouvement circulaire si extrêmement rapide. Toutefois, si je le comprends bien, des Intelligences motrices empêcheront les étoiles de s'envoler, de se retirer dans des parages infiniment lointains. En effet, il fait correspondre à chaque étoile fixe, et aussi à chaque Planète, ses Intelligences ou Anges qui la mettent en mouvement et gouvernent sa course ⁴⁾. En quoi il se rallie à une certaine école de Docteurs qui ont adopté inconfidérément et irraisonnablement une fantaisie d'Aristote dénuée de toute valeur ⁵⁾. Mais Copernic délivre ces bienheureux Génies d'un si

³⁾ C'est ce qu'on trouve aux p. 140—141 de l'édition de Schott.

⁴⁾ Il ne serait pas exact de dire que Kircher fait correspondre un seul ange à chaque planète. A la p. 52 de l'édition de Schott, mentionnée dans la note 1 de la p. 764, il s'exprime comme suit: „... quemadmodum in Terra singula rerum species... præsidem Angelum habent, ita & coelestium globorum singula elementa, qui ea in fines suos à Natura Dei ministra intentos dirigant, habent; unde colligitur plures Angelos unicuique globo, pro rerum in eo administrandarum varietate præfectos... Sunt itaque in singulis astris veluti in choros quosdam distributæ Angelicæ custodiæ, quarum ministerio globorum vis in bonum Universi administratur”. C'est pourquoi Schott écrit dans son Scholium IV de la p. 152, intitulé „De septem Intelligentiis quæ septem planetis præesse creduntur”: „Auctor noster tam hoc quam præcedenti capite insinuavit non unum, sed plures Angelos singulis præesse planetis”. Il y cite un grand nombre d'auteurs qui croient aux *sept* anges ou intelligences. Dans le Scholium II de la p. 60, intitulé „An astra moveantur ab Intelligentiis”, Schott avait dit: „... In hac opinione est Auctor noster... Licet nec metaphysicè, nec mathematicè, sed ad summum physicè aut moraliter demonstrari possit, coelum aut sidera moveri ab Intelligentiis; spectatâ tamen auctoritate tum sacrâ, tum prophanâ, dicendum est moveri ab Intelligentiis”.

⁵⁾ W. Jäger dans son livre sur Aristote, cité aussi dans la note 46 de la p. 666, dans le deuxième chapitre des „Wanderjahre”, parle comme suit du dialogue *Περὶ φιλοσοφίας*; dont on ne possède que des fragments, mais que Cicéron a connu en entier. „Es [c. à. d. le troisième livre de cet écrit] war eine Kosmologie und Theologie, die gleichfalls [c. à. d. comme les livres précédents] unter beständiger Auseinandersetzung mit Platon vorgetragen wurde, gerade weil sie sich auf

telestomaticis omnibus invisibilibus influxus maligni infestique mundo ac mortalibus eveniant; nisi tamen benigniorum illorum radiis corrigi ac mitigari eos contingat. Hæc nempe & his similia Genio illi cælesti comes adhærens discit. Quem & serio respondere facit cum interrogatur, anne aquis, quæ in Veneris Planeta fluunt, Hebraeus aut Paganus quispiam, eo delatus, ritè baptizari queat³). Eodem quoque docente Magistro, intelligit cælum stelliferum non esse ex materia solida conflatum, sed liquidum prorsus, in quo stellæ Solese innumeri longè latèque spargantur; nusquam alligati, (& hæcenus rectè) quique omnes diei spatio vastissimos, ut dixi, circuitus peragant. Quo in motu, si talis foret, non advertit quanta vi illi undique diffugituri sint, ob motum circularem tam immensæ celeritatis. Sed ne sic avolent, inque spatia infinita recedant, Intelligentiæ motrices, credo, impediunt. Etenim unicuique stellæ fixæ, imo & Planetæ, Intelligentias aut Angelos suos adjungit, qui impellant eos, cursumque moderentur⁴). In quo Doctorum quorundam turbam sequitur, qui vanissimum Aristotelis commentum⁵) inconsideratè, invitaque ratione, adoptarunt. Istos verò beatos

Schritt und Tritt eng an ihn anlehnte. Ueber den Inhalt des Buches im allgemeinen unterrichtet der Epikureer in Ciceros de natura deorum. Aristoteles nahm hier im Wesentlichen die spätplatonische Astraltheologie wieder auf [laquelle est due à des influences orientales]. . . . Er wird dadurch zum eigentlichen Schöpfer der kosmischen Religion der hellenistischen Philosophie, die sich vom Volksglauben gelöst hat und nur noch in der himmlischen Gestirnwelt die Gegenstände ihrer Verehrung sucht . . . Nach dem kritischen Bericht bei Cicero . . . hätte Aristoteles im dritten Buch *περί φυσιοστροφίας* bald den Geist, bald die Welt, bald den Aether, bald einen andern für Gott erklärt . . . Die Göttlichkeit des Aethers passt scheinbar nicht zu einem strengen transzendenten Monotheismus, aber unter dem unbewegten Beweger standen die Sterngötter, deren Stoff ätherisch ist . . .

Suivant Jäger cet écrit, quoique datant d'après la mort de Platon, est antérieur à la „Meisterzeit“ d'Aristote (comme l'indique aussi le mot „Wanderjahre“ cité plus haut). Du temps de Huygens, comme de celui de Cicéron, on n'avait pas encore tâché de se faire une idée de l'évolution du penseur Aristote. Aussi peu, pourrions-nous ajouter, qu'avant notre époque on avait tâché de se faire une idée quelque peu précise de l'évolution de la pensée de Huygens.

grand labeur par le mouvement donné à la Terre seule, mouvement dont, rien que pour cette raison, tout-le-monde voit la nécessité à moins que d'être volontairement aveugle. J'ai parfois pensé qu'on aurait pu attendre de Kircher de meilleures pensées s'il avait osé exposer ses idées librement. Mais comme il n'a pas eu ce courage, j'ignore pourquoi il n'a pas préféré s'abstenir entièrement de ce sujet.

Difons maintenant adieu à ce très célèbre auteur, et puisque nous n'avons pas hésité, nous, à placer des spectateurs sur les Planètes, considérons celles-ci séparément dans ce qui suit, comme nous nous l'étions proposé; voyons quels sont pour ces spectateurs les années et les jours, quelle est en un mot leur Astronomie.

Quelle est en Mercure l'apparence du Soleil et des Planètes.

Pour commencer donc par la planète intérieure qui a la plus courte distance du Soleil, nous savons que celle-ci, Mercure, est environ trois fois plus proche que notre Terre de cet astre immense. D'où résulte que ses habitants le voient aussi trois fois plus grand en diamètre et qu'ils éprouvent de là part une illumination et une chaleur neuf fois supérieures aux nôtres. C'est à dire une chaleur qui pour nous serait intolérable: elle brûlerait les herbes séchées, le foin et la paille, comme ils poussent chez nous. Mais rien n'empêche, que les animaux de là-bas ne soient ainsi construits que cette ardeur les porte à la température désirée, et que les plantes y soient telles qu'elles supportent encore bien mieux la force de la chaleur. Et il ne serait pas étrange si ces indigènes de Mercure pensaient que nous sommes en proie à un froid intolérable et que nous recevons bien peu de lumière, étant tant de fois plus distants du Soleil; de la même façon que nous sommes aisément amenés, nous, à juger des habitants de Saturne. Or, comme la vie dépend de la chaleur et que c'est elle qui donne tant au corps qu'à l'esprit sa vigueur et son alacrité, on peut raisonnablement se demander s'il ne faut pas être d'avis qu'à cause du voisinage du Soleil les Mercuriens nous surpassent en intelligence. Ce qui m'empêche de me rendre à ce raisonnement, c'est que ceux à qui sont tombés en partage les pays les plus chauds de notre terre, savoir les peuples de l'Afrique et du Brésil, n'égale pas, nous le voyons, les habitants des zones tempérées en sagesse et en industrie, comme cela se conclut déjà du fait qu'ils vivent dans l'ignorance de toutes les sciences et de presque tous les arts; ceux même qui habitent la côte n'ont que fort peu d'idée des choses nautiques. D'autre part je ne voudrais pas attribuer aux habitants de Jupiter et de Saturne des esprits peu pénétrants et lourds et une intelligence inférieure à la nôtre pour cette raison qu'ils vivent à une distance du Soleil beaucoup plus grande; l'un et l'autre globe étant d'une grandeur éminente et accompagné de tant de satellites.

Il est bien facile, en consultant la figure du système qui se trouve dans le livre premier, de comprendre quelle est l'Astronomie des Mercuriens et qu'ils voient, en des temps déterminés, les autres Planètes en opposition avec le Soleil. C'est surtout aux époques de ces oppositions que Vénus et la Terre y doivent briller avec un grand éclat. En effet, puisque Vénus nous paraît, à nous, si lucide au temps où elle n'a que la figure mince de la Lune naissante, il faut que, vue de Mercure à l'opposé du Soleil, donc lorsqu'elle est pleine et plus proche, elle paraisse six fois ou davantage plus bril-

Genios labore tanto Copernicus liberat, solius Terræ inducto motu; cuius sanè necessitatem, vel ex hoc uno, omnes vident, nisi qui ultrò, ac volentes, cæcutiunt. Equidem cogitavi nonnunquam, meliora à Kircherò exspectari potuisse, si, quæ sentiebat, liberè exponere ausus fuisset. Sed cum hoc non auderet, nescio cur non in totum illo argumento abstinere maluerit. Sed hunc celeberrimum scriptorem jam omittamus: & quandoquidem nil veriti sumus, conjecturis nostris, spectatores in Planetis ponere, adeamus nunc, uti propositum fuerat, singulos; & quinam sint anni eorum, qui dies, quæ denique Astronomia, deinceps consideremus.

Itaque, ut ab intimo, & Soli viciniore incipiam, scimus Mercurium triplo propius circiter quam Tellurem nostram ad ingens illud sidus accedere. Cui consequens est ut triplo quoque majus id conspiciant ejus incolæ, ratione diametri, lumen vero & calorem ejus sentiant noncuplo quam nos majorem. Nobis proinde intolerabilem, quique accensurus sit siccitas herbas, fenum stramenque, qualia apud nos crescunt. At nihil impedit ita comparata esse, quæ ibi vivunt animantia, ut optatam temperiem in ardore illo experiantur. Herbas vero esse ea natura, ut multo magis vim caloris perferant. Nec mirum esset istos Mercurii indigenas putare non ferendo frigore nos urgeri, luceque frui exigua, qui tanto longius a Sole absumus. Sicut nos de Saturni colonis facile nobis persuademus. | Non deest verò dubitandi ratio, cum à calore vita pendeat, isque corpori mentique vigorem alacritatemque præstet; an non, propter Solis viciniam, Hermopolitæ illi nobis ingenio præstare putandi sint? Sed quo minus huic causæ tribuam facit, quod calidissimas terræ nostræ regiones fortitos, Africæ, Brasiliæque populos, nec sapientia nec industria æquare videmus temperatiorum tractuum incolas; ut vel ex eo perspicitur, quod in omnium scientiarum ac fere artium ignorance versentur: cum nec nauticæ rei, qui circum littora incolunt, nisi perexiguam notitiam habeant. Nollem quoque Jovicolis, Saturnicolisque hebetes, plumbeasque mentes, intelligentiamve tribuere nostra minorem, propterea quod tanto longius a Sole remoti vivunt; cum uterque globus iste tam præstanti sit magnitudine, tantoque comitatu stipatus seratur. Qualis porro sit Mercurialibus Astronomia, utque cæteros Planetas certis temporibus Soli oppositos spectent, ex figura systematis, priore libro exposita, perfacile est intelligere. Atque his oppositionum temporibus Venerem ac Tellurem præcipuo splendore illic effulgere necesse est. | Nam cum adeo lucida nobis Venus appareat, quo tempore tenuem nascentis Lunæ faciem refert; oportet eam sextuplo aut amplius clariorem cerni, cum Soli opponitur, ex Mercurii Globo pleno

Apparens qualis
sit constitutio Solis
& Planetarum in
Mercurio.

(p. 93).

(p. 94).

lante, que par conséquent elle soit de grand avantage aux habitants pour diminuer, dans l'absence d'une Lune, la ténébreosité nocturne. Quelle peut être chez eux la longueur du jour, et s'ils ont des saisons, c'est une chose inconnue jusqu'ici, puisque nous ne savons pas si Mercure a un axe de rotation oblique par rapport à son parcours autour du Soleil ni en combien de temps cette rotation s'effectue. Il ne faut pas pour cela douter de l'existence de jours et de nuits pour ses habitants attendu que cette vicissitude est connue avec certitude dans les cas de la Terre, de Mars, de Jupiter et de Saturne. Ce qui est établi c'est que la durée de l'année n'est pas même égale en Mercure au quart de la nôtre.

Quelle en Venus.

Pour ceux qui sont placés sur le globe de Vénus il faut que l'apparence du ciel soit environ la même que celle en Mercure dont nous venons de parler, si ce n'est qu'ils ne voient jamais cette dernière planète en opposition avec le Soleil puisqu'elle ne s'en écarte que d'environ 38 degrés. Quant au Soleil, il leur apparaît plus grand qu'à nous, une et demie fois en diamètre, plus de deux fois en surface, d'où résulte qu'il doit aussi donner deux fois plus de chaleur et de lumière. L'état de cette Terre-là se rapproche donc davantage du nôtre. Mais son année correspond à sept et demi de nos mois. La nuit, notre globe, aux endroits opposés au Soleil, doit paraître beaucoup plus lucide à Vénus que jamais celle-ci ne nous paraît : à ces époques ses habitants voient facilement notre compagnon perpétuel, la Lune, supposé qu'ils aient des yeux non moins forts que les nôtres. Ce que j'ai souvent remarqué avec étonnement en Vénus, lorsque je la regardais avec des lunettes longues de 45 ou 60 pieds, proche de la Terre et semblable à la pleine Lune, ou commençant déjà à acquérir des cornes, c'est que sa surface est partout également lumineuse, de sorte que je n'ose guère dire y avoir remarqué quelque chose ressemblant à une tache comme il s'en observe indubitablement en Jupiter et en Mars quoique dans les lunettes ces planètes présentent des disques beaucoup plus petits. Si Vénus a des mers et des terres, les nappes d'eau devraient nous paraître plus foncées, les champs au contraire plus clairs, de même qu'à un observateur regardant d'en haut, p.e. d'un rocher fort élevé, la mer apparaît moins claire que les terres avoisinantes. Je croyais d'abord que la trop grande clarté de Vénus empêchait les diversités de luminosité d'être aperçues. Mais après avoir enduit l'oculaire de suie pour lui faire absorber une partie des rayons, je vis néanmoins toute la surface également éclairée. N'existe-t-il donc là-bas aucune mer, ou bien les eaux y réfléchissent-elles la lumière Solaire plus que chez nous, ou peut-être les terres moins que chez nous? Ou faut-il plutôt admettre (ce qui me semble plus croyable) que l'Atmosphère de Vénus sur laquelle tombent les rayons du Soleil y est plus dense qu'en Jupiter ou en Mars, de sorte que c'est elle qui nous réfléchit à peu près toute la lumière que nous voyons, nous rendant ainsi presque impossible de remarquer aucune différence entre les mers et terres sous-jacentes? Il est certain que, s'il nous était donné de regarder de loin notre Terre, son atmosphère nuirait aussi beaucoup à sa lumière et empêcherait la différence des clartés de la terre et de la mer d'être aperçue aussi nettement que lorsqu'on la regarde du haut d'un rocher. Ceci de

orbe spectatam, & minore quoque intervallo distantem: atque ita tunc non parum dispellere nocturnas tenebras gentibus istis, Lunæ auxilio carentibus. Quænam sint denique apud eos dierum spatia, & an varias anni tempestates experiantur, incomper- tum est hæcenus, quod ignoretur an axem diurnæ conversionis ad orbem, quo circa Solem defertur, obliquum habeat, & quanto tempore conversio ea peragatur. Neque enim dubitari debet de diebus noctibusque eorum cum in Tellure, Marte, Jove ac Sa- turno hæc vicissitudo certò cognoscatur. Anni vero spatium vix quartam partem nostri æquare illic constat.

In Veneris globo positus, eadem fere in cælo apparere necesse est quæ de Mercurio Qualis in Venere. diximus, nisi quod hunc nunquam videt Soli oppositum, cum non nisi 38 circiter gra- dibus ab eo recedat. Sol vero illis major apparet quam nobis, diametro sescupla, orbe plus quam duplo; quo & bis tantum caloris lucis[que præbere eum oportet. Itaque (p. 25.) propius ad nostræ temperiem Tellus ista accedit. At annus mensibus nostris septem cum dimidio fere finitur. Noctu verò globus hic noster, in locis Soli oppositis, multo lucidior Veneri apparere debet quàm unquam nobis appareat Venus; ac tunc Lunam quoque, perpetuum comitem nostrum, facile conspiciunt, si modo oculos habent nostris non imbecilliores. Sæpe autem in Venere miratus sum, cum tubis longioribus, pedum 45, aut 60, eam inspicerem Terræ propinquam; Lunæque semiplenæ similem, aut jam in cornua curvari incipienti; prorsus æquabili splendore superficiem ejus per- fundi: ut vix dicere audeam, aliquid maculæ simile, in ea me animadvertisse; cujus- modi in Jove & Marte manifestè notantur, licet orbe multo minore sese offerentibus. Si enim maria ac terras habet Veneris globus, obscuriores nobis maris tractus conspici deberent; terrarum vero clariores; sicuti ex præaltis rupibus inspectum desuper mare, non perinde, ac adjacentes terræ, lucidum apparet. Credebam nimium Veneris fulgo- rem in causa esse, quo minus diversitas lucis animadverti posset. Sed cum | fumo inse- (p. 96.) cissim vitrum oculo proximum, ad auferendam partem radiorum, nihilo minus æqualis in tota superficie lux visâ est. An igitur nulla ibi maria, an Solis lucem magis quam apud nos aquæ, aut minus terræ reperiunt? an potius, (quod credibilis mihi vi- detur) densior ibi, quam in Jove aut Marte, Vaporum regio à Sole illustrata, Veneris- que globum circundans, omnem fere illam quam videmus lucem ad nos remittit, vix- que subjectorum sibi marium terrarumque discrimen percipi finit? Nam certum est nostram quoque atmosphæram, si Tellurem procul intueri daretur, plurimum obsti- turam luce sua, quo minus terræ marisque tam diversa claritas apparere posset, quam quæ cernitur ex edito scopulo despicienti. Eadem ratione qua Lunæ quoque maculas

la même manière que ces vapeurs ne nous permettent pas de voir les taches de la Lune aussi distinctement de jour que de nuit : de jour, mais non pas également durant la nuit, les dites vapeurs atmosphériques, se trouvant entre la Lune et nos yeux, offusquent notre vue, puisque de jour elles sont éclairées par la lumière du Soleil.

En Mars

Mais en Mars, comme je viens de le dire, on remarque des parties du disque plus obscures que les autres. C'est par leurs réapparitions qu'il fut d'abord établi que les jours et les nuits y ont à peu près la même période que les nôtres⁶⁾. Quant à l'hiver et l'été, les habitants n'y perçoivent guère de différence, parce que l'axe de la conversion diurne n'est que faiblement incliné sur le plan de l'orbite de la Planète, comme on a pu le conclure du mouvement des taches. À ceux qui de ce globe regardent notre Terre, elle doit avoir environ la même apparence que Vénus pour nous : contemplée dans le télescope elle doit leur montrer des formes pareilles à celles de la lune, et elle ne peut pas pour eux s'écarter de plus de 48 degrés du Soleil, sur le disque duquel elle peut aussi parfois être aperçue de même que les corpuscules de Vénus et de Mercure. Et ces dernières planètes ne se trouvent jamais ailleurs qu'auprès du Soleil. Vénus doit leur apparaître rarement, comme il en est de Mercure pour nous. Il est vraisemblable qu'en Mars le sol consiste en une matière plus noire qu'en Jupiter ou en notre Lune, et que c'est pour cette raison que Mars nous paraît plus rouge, ne nous réfléchissant pas autant de lumière que ne le comporterait sinon sa distance du Soleil. Son globe est plus petit que celui de Vénus malgré le fait que sa distance au Soleil est plus grande, comme nous l'avons déjà observé plus haut. Mars n'est accompagnée d'aucune Lune ; sous ce rapport, tant lui que Vénus et Mercure nous semblent inférieures en dignité à notre Terre. Quant à la lumière et à la chaleur Solaires, elles sont senties deux et parfois trois fois plus faiblement par les Marticoles que par nous ; mais sans qu'il en résulte pour eux, croyons-nous, aucun inconvénient.

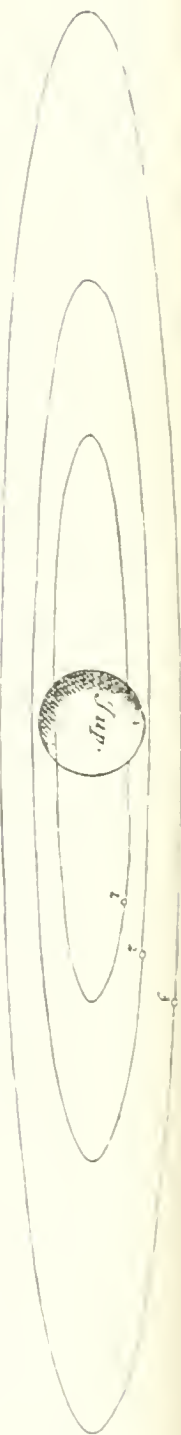
Que Jupiter et Saturne surpassent de beaucoup les autres Planètes, tant en grandeur qu'en nombre de Lunes.

S'il faut dire que notre Terre surpasse, à cause de la Lune qui lui est adjointe, les autres Planètes jusqu'ici envisagées — car en grandeur elle ne leur est ni beaucoup inférieure ni beaucoup su-

⁶⁾ Consultez notre T. XV.

[Fig. 153]

o Tellus
Luna



interdiu minus aperte quam noctu animadverti sinunt vapores iidem; quoniam tunc quoque inter illam oculosque nostros interpositi, Solisque luce illustres, visui officiant: noctu non item.

At in Marte reliquis disci partibus obscuriores, ut jam dixi, maculae notantur. Ex quarum recurribus pridem fuit observatum dies noctesque illic iisdem fere quibus apud nos intervallis reverti⁶). Hyemem vero aestatemque exiguo discrimine incolae sentiunt, eo quod axis diurnae conversionis paulum duntaxat ad orbitam Planetæ inclinatur, ut ex motu macularum intellectum est. Qui autem ex globo illo Tellurem nostram intuentur, eodem modo fere, ac Venus nobis, apparere iis debet, formasque lunaribus similes ostendere, si telescopio spectetur; nec ultra gradus 48 à Sole evagari; in cuius disco etiam conspici quandoque possit, uti & Veneris Mercuriique corpuscula. Et hoc quidem nunquam aliàs; Venus raro iis apparere debet, uti nobis Mercurius. Terræ vero solum in Marte nigriore materia constare verisimile est, quàm in Jove, aut etiam Luna nostra; eoque fieri ut rubicundior Mars spectetur, nec, pro ratione intervalli quo à Sole abest, lucem remittat. Minor verò est globus ejus quam stellæ Veneris, licet à Sole longius distans, ut jam supra animadvertimus. Nec Lunam habet ullam comitem; atque in eo Telluri nostræ, quemadmodum & Venus & Mercurius, dignitate impar videtur. Lux vero Solis, calorque, Marticolis duplo atque interdum triplo quam nobis minor sentitur; nullo tamen, ut credimus, ipsorum incommodo.

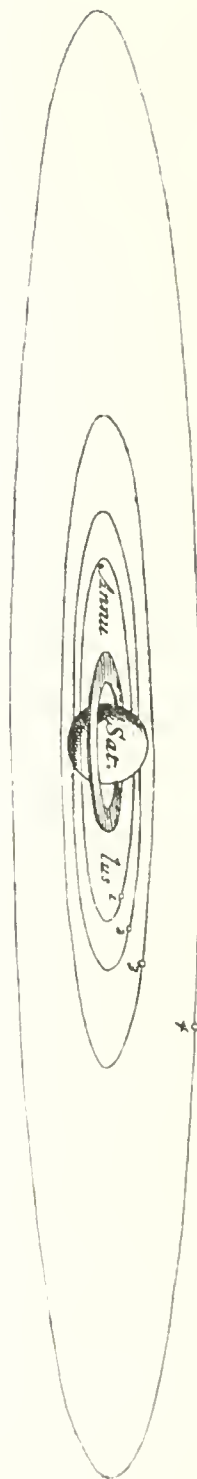
Quod si Tellus hæc, propter adjunctam ei Lunam, præstare cæteris Planetis, quos huc usque percurri, dicenda est; nam magnitudine nec cedit iis multum, nec superat; Jovem & Saturnum reliquis Planetis longe præstare, tam magnitudine, quam Lunarum multitudine.

périeure —, quelle ne devra pas être à nos yeux l'excellence de Jupiter et de Saturne par rapport à ces trois Planètes ainsi que par rapport à nous-mêmes. Soit que nous considérons en elles le volume de leurs globes surpassant de bien loin les corpuscules des autres; soit encore la multitude de Lunes qui les entourent [Fig. 152 et 153], il est bien probable qu'il faille considérer ces deux comme les premières entre les Terres qui environnent le Soleil, en comparaison desquelles les autres quatre sont quelque chose de fort minime, nullement comparable à elles. Pour mieux faire saisir la grandeur de la différence, il nous a semblé bon de faire voir ici, suivant les vraies proportions, ou du moins suivant des proportions qui ne s'écartent pas beaucoup de la réalité, tant notre Terre entourée de l'orbe de la Lune — où se voit le globule de la Lune elle-même — que les systèmes de Jupiter et de Saturne, le premier orné de quatre, le deuxième de cinq Lunes, placées chacune en son orbe.

Il est connu que les satellites de Jupiter sont dus à Galilée; tout-le-monde peut aisément se figurer avec combien de joie il les a observés pour la première fois ⁷⁾. C'est à nos regards que s'est présenté l'un des satellites saturniens, le plus lucide de tous; je parle de l'extrême à un satellite près ⁸⁾. Ce fut en 1655 que nous le remarquâmes les premiers avec notre télescope dont la longueur ne surpassait pas douze pieds. Les autres furent découverts par les observations fort diligentes de Domenic Cassini, se servant des lentil-

⁷⁾ Comparez sur la joie de Galilée la p. 568 qui précède.

⁸⁾ Voyez, à la p. 173 du T. XV, la Pièce „de Saturni luna observatio nova” de 1656.



quantopere & his tribus, & Telluri ipsi, anteponenda erunt fidera Jovis & Saturni. In quibus five globorum molem consideremus longissimè omnium istorum corpuscula excedentem; five Lunarum quibus ambiuntur multitudinem, prorsus verisimile sit has duas primarias habendas esse Tellures, inter eas quæ circa Solem sunt: præ quibus reliquæ quatuor sint minimum quidpiam, ac nequaquam cum iis comparandæ. Quanta enim sit differentia, quò rectius animo concipiatur, subicere hic placuit, secundum proportionem veras, aut non multum à veris abeuntes, tum Tellurem nostram, cum circumjecta Lunæ orbita, ipsoque in ea Lunæ globulo; tum Jovis ac Saturni systemata. Illud quaternis, hoc quinis Lunis exornatum; quarum quæque in sua itidem orbita ponuntur. Joviales Galileo deberi notum est; quæ quanto animi gaudio primum illi (p. 99). animadversæ sint, facile quivis secum reputet⁷). Saturniarum una nobis obtigit, quæ cæteris clarior est, & ab extrema proxima⁸). Quam Anno 1655 telescopia nostro non ultra duodecim pedes longo, primi deprehendimus. Reliquæ diligentissimis Dominici Cassini observationibus patuerunt, vitreis orbibus utenti à Jos. Campano expolitis, primum 36 pedum; deinde totidem supra centenos⁹). Terriam enim quintamque vidi-

les taillées par Joseph Campani, d'abord une de 36, ensuite une d'environ 136 pieds ⁹⁾. Nous avons vu le troisième et le cinquième en 1672 sous la direction de Cassini; depuis nous les avons souvent observés. Quant aux premier et deuxième, il nous a fait savoir par lettre les avoir trouvés en 1684; ceux-ci sont fort difficilement visibles et je n'ose affirmer certainement les avoir vus jusqu'ici ¹⁰⁾. Je n'hésite cependant aucunement à avoir foi dans l'observation de cet Eminent Homme et d'attribuer à Saturne aussi ces deux compagnons-là. Il est même permis de soupçonner qu'en dehors de ce nombre il y en ait encore un ou plusieurs jusqu'ici cachés à nos yeux. Il y a une raison pour le croire: puisque la distance entre les deux extrêmes surpasse celle qui serait en rapport avec les autres distances, il pourrait y avoir dans cet intervalle un sixième satellite. Au-delà du cinquième, d'autres encore pourraient circuler, non aperçus à cause de leur obscurité, attendu que ce cinquième lui-même n'est vu que dans la partie occidentale de son orbe, jamais ailleurs, ce dont nous indiquerons plus loin la cause assez facile à deviner.

Peut-être réussirons-nous, lorsque Saturne reviendra aux signes Boréaux et s'élèvera beaucoup au-dessus de l'horizon (or, à l'époque où nous écrivons ces livres, elle est fort basse) à observer quelque chose de nouveau là-dessus, si quelqu'un, mon bon Frère, applique alors aux astres vos lentilles taillées pour des Télescopes de 170 et 210 pieds: je pense que jusqu'à présent il n'en existe pas de plus grandes ni de plus parfaitement formées ¹¹⁾. Car quoique nous ne les ayons pas encore employées pour regarder le ciel, tant à cause des difficultés du montage que parce que votre départ a interrompu nos études et efforts sur ce sujet, nous sommes au moins certains qu'elles sont exemptes de tout défaut après les expériences plus aisées que nous avons faites la nuit dans des allées suburbaines, regardant de loin des lettres éclairées par une lumière voisine. Je me souviens avec plaisir de ces expériences et en même temps de notre agréable commun travail, lorsque nous taillions et polissions ensemble ces lentilles, après avoir inventé de nouveaux artifices et de nouvelles machines et constamment perfectionné nos procédés. Mais je reviens aux figures prénommées dont il restait encore quelque chose à dire.

Rapport des diamètres tant de Jupiter que des orbes de ses satellites, à l'orbite de la Lune autour de la Terre.

Dans ces figures j'ai pris le diamètre du globe de Jupiter égal à environ deux tiers de la distance qui nous sépare de la Lune, attendu que le diamètre de Jupiter comprend celui de la Terre plus de vingt fois tandis que la Lune est distante de la Terre de trente diamètres de cette dernière. J'ai fixé à $8\frac{1}{2} : 1$ le rapport de l'orbite du satellite extrême de Jupiter à celle de notre Lune, puisque cette proportion s'y observe au ciel. Or, chacun de ces satellites ou Lunes semble ne pas être plus petit que notre Terre: cela paraît par leurs ombres souvent observées sur le disque de Jupiter. Quant

⁹⁾ Voyez la p. 194 qui précède.

¹⁰⁾ Comparez la note 1 de la p. 302 qui précède.

¹¹⁾ Comparez l'Appendice VII des p. 302—304, ainsi que la p. 658 de l'Avertissement qui précède.

mus Anno 1672, ipso monstrante Cassino, & postea sæpius. Primam, cum secunda, sibi repertas significavit, missis literis, Anno 1684. Hæ vero difficillimè cernuntur, certoque asserere nequeo mihi conspectas hactenus¹⁰). Nec propterea quidquam vereor Clarissimo Viro fidem habere, atque has quoque Saturno socias adscribere. Imo præter harum numerum alias quoque, vel unam vel plures, latere suspicari licet; nec deest ratio. Cum enim, inter extremas duas, spatium amplius pateat quàm pro distantis cæterarum; posset hoc insidere sextus satelles: vel etiam, ultra quintum, alii circumvagari, qui propter obscuritatem nondum sint visi: | cum ille ipse quintus, tantum in orbitæ suæ parte quæ ad occidentem spectat, cernatur, in reliqua nunquam appareat; cujus rei causam satis intellectu facilem postea adferemus. (p. 100.)

Fortasse autem, ubi ad signa Borea Saturnus revertetur, altèque supra horizontem attolletur, (nam, quo tempore hæc scribinus, maximè deprimitur) aliquid circa hæc novi observare contingeret, si quis tuas tunc lentes, Frater optime, ad Telescopia pedum 170. & 210. paratas, sideribus applicet: quibus majores, formæque perfectioris, nullas hactenus extare arbitror¹¹). Quanquam enim cælo nondum eas admovimus, vel propter moliendi difficultatem, vel quod discessus tuus studia hæc nostra conatusque interruptit: omni tamen vitio eas carere certi sumus, post experimenta illa faciliora, quæ in ambulacris suburbanis sub noctem instituebamus; inspectis procul literis, quibus appositum erat lumen. Quorum equidem lubens reminiscor, simulque jucundi laboris nostri, quem, in elaborandis expoliendisque vitreis hujusmodi discis, impendere unà solebamus; excogitatis novis artificiis machinisque, semperque | ulteriora agitantes. (p. 101.)

Sed redeo ad diagrammata ante descripta, de quibus aliqua dicenda supererant.

Feci in iis Jovialis globi diametrum duarum circiter tertiarum ejus distantiae quæ inter nos nostramque Lunam interjacet; quandoquidem plus quàm vices diametrum Terræ diameter Jovis continet; Luna autem distat à Terra diametris hujus triginta. Orbitam vero comitis Jovis extremi ad nostræ Lunæ orbitam posui sicut $8\frac{1}{2}$ ad 1, quoniam ejusmodi inter eas proportio re ipsa reperitur. Et hi quidem comites, sive Lunæ singulæ, non videntur Tellure nostra minores esse, ut ex umbris earum in Jovis disco sæpe observatis, probari potest. Sunt autem (ut hoc quoque addamus) periodo-

Proportio diametrorum tum Jovis, tum orbitarum satellitum ejus, ad orbitam Lunæ circa Terram.

Périodes des fatellites de Jupiter. aux périodes de ces fatellites, prises sous l'Ecliptique, elles sont d'après Caffini ¹²⁾

pour le plus proche	de	1 jour 18 heures 28'36"
„ „ deuxième	„	3 jours 13 „ 13'52"
„ „ troisième	„	7 „ 3 „ 59'40"
„ „ quatrième	„	16 „ 18 „ 5'6"

Leurs distances du centre de Jupiter sont pour le plus proche de $2\frac{5}{8}$ diamètres de Jupiter

pour le deuxième	de	$4\frac{1}{2}$ diamètres de Jupiter
„ „ troisième	„	$7\frac{1}{8}$ „ „ „
„ „ quatrième	„	$12\frac{2}{3}$ „ „ „

Pour les fatellites de Saturne les temps périodiques sont d'après lui

pour le plus proche	de	1 jour 21 heures 18'31"
„ „ deuxième	„	2 jours 17 „ 41'27"
„ „ troisième	„	4 „ 13 „ 47'16"
„ „ quatrième	„	15 „ 22 „ 41'11"
„ „ cinquième	„	79 „ 7 „ 53'57"

et les distances du centre de Saturne exprimées en diamètres de l'Anneau :

pour le fatellite intérieur	$\frac{3}{4}$
„ „ deuxième	$1\frac{1}{4}$
„ „ troisième	$1\frac{3}{4}$
„ „ quatrième	4, ce qui suivant moi était $3\frac{1}{2}$,
„ „ cinquième	12,

tout ceci ayant été trouvé avec beaucoup de travail et de veilles.

Est-il possible qu'en considérant ces systèmes et en les comparant entre eux on ne soit pas frappé par la grandeur et le riche équipement de ces deux Planètes en comparaison avec notre petite et pauvre Terre? Qui pourrait maintenant présumer que parmi toutes celles qui circulent autour du Soleil, ce soit en cette dernière seule que se trouvent toute parure, tous les animaux, tous ceux qui admirent le ciel, tandis que l'auteur des choses n'aurait rien mis sur les autres et n'aurait créé ces corps immenses pour aucun autre but que de faire apercevoir leur lumière à nous, petits hommes, et de nous permettre de nous enquérir éventuellement de leurs orbites?

Que cette proportion des grandeurs a été déterminée par des observations récentes.

Je crois bien qu'il y aura des gens qui diront que ce que nous avançons ici sur les dimensions des espaces célestes est faux ou incertain. Car je fais avec combien de difficulté quelqu'un qui est habitué à voir non sans étonnement la grandeur des espaces Terrestres, et la quantité de peuples, de villes et de nations qui s'y trouvent, est amené

¹²⁾ Voyez sur quelques-unes de ces tables l'Appendice X qui suit.

rum tempora sub Ecliptica, apud Cassinum¹²), intimi Jovialium dies 1, horæ 18, 28', 36". Secundi dies 3, horæ 13. 13'. 52". Tertiï dies 7. horæ 3. 59'. 40". Quarti dies 16, horæ 18. 5'. 6". Distantiæ à centro Jovis, comitis intimi $2\frac{5}{8}$. Jovis diametro-
rum. Secundi $4\frac{1}{2}$. Tertiï $7\frac{1}{8}$. Quarti $12\frac{2}{3}$. In Saturniis periodica tempora, intimi, dies 1, horæ 21, 18', 31". Secundi dies 2, horæ 17, 41', 27". Tertiï dies 4, horæ 13. 47', 16". (p. 102).
Quarti dies 15, horæ 22, 41', 11". Quinti dies 79, horæ 7, 53'. 57". Distantiæ à cen-
tro Saturni, diametris Annuli dimensæ, Comitis intimi, $\frac{3}{4}\frac{9}{8}$. Secundi $1\frac{1}{4}$. Tertiï $1\frac{3}{4}$.
Quarti 4, quæ mihi erat $3\frac{1}{2}$. Quinti 12. omnia magnis laboribus vigiliisque reperta.

Ecquis jam systemata hæc inspiciens, atque inter se conferens, non stupet ad magnitudinem, ingentemque paratum duorum præ exiguo tenuique Telluris nostræ? aut cui nunc in mentem venire potest in hac una Solem ambientium, omnem ornatum, omnia animalia, omnes qui cœlestia mirentur inveniri; in illis vero nihil imposuisse rerum conditorem; nec alio fine tam vastas corporum moles creasse, quam ut lucem eorum nos homunculi intueremur, cursumque forsitan inquireremus?

Credo equidem futuros qui falsa aut incerta esse dicant, quæ de magnitudine cœlestium spatiorum nobis hic fumuntur. Scio enim quam difficulter quisquam adducatur, qui orbis Terrarum spatia mirari assueverit, inque eo tot populos, urbes, imperia; ut alibi existare credat quorum collatione hoc totum tam sit exiguum quam hæc figuræ (p. 103).

Tempora periodo-
rum comitum
Jovialium.

De hac proportione
magnitudinis con-
stare ex recentio-
rum observationi-
bus.

à croire qu'il existerait ailleurs des choses en comparaison desquelles ce tout ferait aussi exigü que le font voir nos chiffres. Mais nous les avons tirés, ces chiffres, des écrits des premiers Astronomes de ce temps; c'est bien de leurs publications que sont déduits les rapports ici imprimés des Grandeurs des systèmes. En effet, si la Terre est éloignée du Soleil de dix ou onze mille diamètres, comme le concluent Cassini en France et Flamsteed en Angleterre en se servant des observations les plus précises des parallaxes de Mars ¹³⁾, tandis que nous aussi, par une conjecture probable, avons trouvé douze mille diamètres ¹⁴⁾, il s'ensuit que les grandeurs des orbites considérées seront entre elles à peu près comme nous les avons mises ici.

Quelle est en Jupiter la grandeur apparente du Soleil et le montant de sa lumière, et comment on peut en faire l'expérience.

Mais continuons à parler de Jupiter, vu de laquelle le Soleil a un diamètre cinq fois plus petit que chez nous, de sorte qu'on n'y peut sentir qu'une vingt-cinquième partie de la lumière et de la chaleur qui nous arrivent de lui. Mais cette lumière ne doit aucunement être estimée faible; c'est ce que montre l'éclat de Jupiter vue de nuit; c'est ce qui résulte d'autre part de ce qui nous arrive dans les Eclipses du Soleil, où parfois moins d'une vingt-cinquième partie de son disque reste visible: comme je me souviens de l'avoir vu, la diminution de l'illumination en ce cas n'est pas fort appréciable. Si l'on veut rechercher par voie expérimentale quelle est l'intensité de la lumière Solaire en Jupiter, qu'on prenne un tube d'une certaine longueur bouché d'une part par une plaque ayant au milieu une ouverture ronde et dont la largeur soit à la longueur du tube comme la corde d'un arc de 6' est au rayon correspondant. c. à. d. à peu près comme 1 à 570. Qu'on tourne ensuite ce tube vers le Soleil et qu'on reçoive les rayons qui passent par la dite ouverture à l'autre extrémité sur une feuille de carton blanc sur laquelle ne puisse tomber aucune autre lumière. Ces rayons produiront une image ronde du Soleil dont la clarté sera la même que celle aperçue en des jours sereins par les habitants de Jupiter. Mais si, après enlèvement du carton, on place l'oeil au même endroit, celui-ci verra le Soleil en telle grandeur et avec un éclat tel qu'il apparaîtrait à un homme placé sur le globe de Jupiter.

La même chose pour Saturne.

Que si dans le même tube on fait une ouverture d'un diamètre deux fois plus faible, il tombera sur la feuille de carton, ou sur l'oeil, une lumière telle qu'elle parvient aux Saturnicoles. Laquelle, n'étant qu'une centième partie de celle reçue par nous de la part du Soleil, suffit pourtant pour nous montrer la nuit Saturne assez lucide. Mais en l'une et l'autre Planète, si l'on y a quelquefois des journées nubileuses, il faut que l'illumination soit bien mauvaise jugée d'après nos yeux; pour leurs habitants elle est sans doute telle qu'ils ne se plaignent nullement de sa faiblesse. De même que pour les hibous et chauve-souris la lumière du crépuscule ou même celle qui reste au milieu de

¹³⁾ Voyez sur Flamsteed l'Appendice VIII qui suit où nous renvoyons aussi à la p. 331 qui précède où il est question de Cassini.

¹⁴⁾ Comparez la p. 308 qui précède.

demonstrant. Atqui ex summorum hujus ætatis Astronomorum scriptis ea hausimus, ex quibus istæ systematum inter se rationes consequantur. Si enim Terra à Sole decem vel undecim mille diametris suis distat, ut Cassinus in Gallia, apud Anglos Flamstedius colligunt, parallaxium in Marte subtilissimis observationibus usi¹³⁾; cum nos quoque probabili conjectura, duodecim mille diametros¹⁴⁾ invenerimus; erunt & istæ orbium magnitudines inter se ferè quales hic descripsimus.

Sed de Jove dicere pergamus, ex quo Sol spectatus diametrum quintuplo quam apud nos minorem habet; ut proinde lucis calorisque illic pars tantum vigesima quinta sentiri possit. Sed ea lux nequaquam debilis putanda est, idque ostendit insignis Jovis per noctem claritas. Tum quod in Solis Eclipsibus quæ nobis contingunt, etiamsi nec vigesima quinta pars disci ejus super sit, ut me videre memini, non admodum sentiat obsecratio. Si vero experimento inquirere libeat quanta sit illa in Jove Solis lux, sumatur tubus certæ longitudinis, isque parte altera obturetur, impositâ lamellâ in cujus medio foramen sit rotundum, ea latitudine quæ ad tubi longitudinem se habeat ut subtensa 6 scrupulorum primorum ad radium, hoc est fere ut 1 ad 570. Deinde ad Solem tubus obvertatur, radiique ejus per foramen ingressi excipiantur parte opposita, in chartæ candidæ folium; nec aliunde eo lux incidere possit. Hi radii imaginem Solis circulo referent, cujus claritas erit eadem quæ serenis diebus percipitur à Jovis incolis. Remotâ autem chartâ, si eodem loco oculus ponatur, videbit hic Solem ea magnitudine ac splendore, qui in Jovis globo consistenti appareret.

Quanam sit Solis
apparens magnitu-
do & lux in Jove,
& qui cognosci
queat.

Quod si in eodem tubo foramen duplo angustiori diametro statuatur, incidet in chartam, aut in oculum, lux ejusmodi qualis ad Saturnicolas pervenit. Quæ cum centesima tantum pars sit nostræ quam a Sole accipimus, tamen per tenebras noctis Saturnum satis lucidum nobis ostendit. In utroque vero Planetarum istorum, si nubilos quandoque dies habent, malignam tunc lucem esse oportet, si nostris oculis judicanda sit; at illorum habitatoribus talem haud dubiè, ut nihil de tenuitate ejus querantur. |

Idem in Saturno.

la nuit est plus utile et plus agréable que celle qui éclaire l'air et la terre durant le jour. Qu'en Jupiter il y a des jours de cinq heures. Il est assez étonnant, eu égard à l'immensité du globe de Jupiter par rapport au nôtre, que les jours — et les nuits de même — n'y valent que cinq de nos heures. On voit par là que la nature n'a pas du tout observé en cette circonstance un rapport comparable à celui des volumes ou des distances au Soleil. Même remarque pour Mars: les jours y sont à peu près égaux aux nôtres.

Mais dans le cas de la longueur de l'année, en d'autres termes dans celui de la période de l'orbe décrit autour du Soleil, elle a établi une loi rigoureuse reliant les périodes aux distances: les troisièmes puissances des distances des Planètes au Soleil sont entre elles comme les carrés de leurs périodes, comme Kepler l'a remarqué le premier. L'on a trouvé plus tard que la même loi gouverne les satellites de Jupiter et de Saturne¹⁵⁾.

Et un équinoxe perpétuel.

Les longueurs de l'année et des jours étant donc en Jupiter bien différentes des nôtres, il y a de plus cette autre différence entre les jours qu'ils y font tous de la même longueur. Car ses habitants jouissent d'un équinoxe perpétuel puisque l'axe du mouvement journalier de Jupiter est à peu près normal au plan de sa course autour du Soleil, non pas oblique comme dans le cas de la Terre, comme cela paraît par les observations télescopiques. Là aussi les endroits voisins des pôles sont plus froids à cause de l'obliquité des rayons du Soleil; ils n'éprouvent cependant pas de longues nuits comme les environs des pôles Terrestres, mais ont partout et toujours, comme je l'ai dit, des ténèbres et des clartés de cinq heures. Une si grande brièveté du jour ne nous plairait sans doute pas. Il nous semble qu'un meilleur sort nous est échu à cause de la durée plus que double de nos jours. Sans aucune raison cependant, si ce n'est que nous avons l'habitude d'estimer meilleur ce à quoi nous sommes accoutumés.

De Jupiter on ne voit qu'une seule des Planètes, savoir Saturne, puisque les autres sont trop voisines du Soleil et que Mars elle-même ne s'en écarte pas plus que de 8°. Mais nous ne pouvons nier que les habitants de Jupiter tirent beaucoup plus de profit de leurs quatre Lunes que nous de notre Lune unique, ne serait-ce qu'à cause du fait qu'ils ont rarement des nuits sans aucune lune. Que s'ils naviguent aussi sur leurs mers, ce dont nous avons parlé plus haut, ils peuvent fort bien se diriger à l'aide de ces satellites. Pour ne rien dire du charmant spectacle résultant de leurs diverses conjonctions et Eclipses lesquelles ils peuvent observer de jour en jour.

Nécessairement les Saturnicoles jouissent des mêmes commodités et des mêmes spectacles ou même encore de plus considérables, tant à cause du nombre cinq de leurs Lunes que par les admirables aspects de l'Anneau visible tant le jour que la nuit. Mais il convient d'exposer toute leur Astronomie de même que nous l'avons fait pour les autres Planètes.

¹⁵⁾ Comme cela avait déjà été dit à la p. 692.

Sicut in noctuis, vespertilionibusque utilior graviorque est crepusculi lux, aut quæ in ipsa nocte relinquitur, quam quæ diei tempore aerem terramque illustrat. (p. 105.)

In Jove porro dierum spatia, quinque tantum horas nostrates æquare, ac noctes tantundem, admiratione non caret, propter tantam illius globi præ nostro magnitudinem. Et ex hoc nimirum intelligitur naturam haudquaquam ea in re servasse rationem quæ est secundum globorum molem, aut eorum distantiam à Sole; cum etiam in Marte dies sint fere nostris pares. At in annorum longitudine, hoc est, tempore circuitus circa Solem, certam omnino distantiarum, quibus ab illo Planetæ absunt, rationem habuit. Sunt enim ut harum cubi, ita quadrata temporum periodicorum, ut primus advertit Keplerus. Idque in comitibus Jovis & Saturni eodem modo se habere inventum est¹⁵). Cum itaque anni & dierum tempora in Jove à nostris multum diversa sunt, tum dies hoc nomine etiam differunt, quod eadem semper sint longitudine. Perpetuo enim illic fruuntur æquinoctio, quoniam axem motus diurni Jupiter rectum ferme habet ad planum itine[r]is sui circa Solem, nec ut Tellus obliquum; ut telescopia observationibus constat. Frigidiores autem & ibi sunt regiones quæ polis viciniore propter radiorum Solis obliquitatem; at longas noctes non patiuntur, sicut quæ sunt prope polos Terræ; sed tenebras lucisque habent, ut dixi, horarum quinque, ubique & semper. Ac nobis quidem haud sanè placeret tanta dierum brevisitas, meliusque nobiscum agi putamus quod plus quam duplo longioribus utimur. Nulla tamen ratione, nisi quoniam potiora ducere solemus ea quibus assuevimus.

In Jove dies esse horarum quinque.

Et perpetuum æquinoctium.

(p. 106.)

Planetarum unum Saturnum ex Jove vident; cum cæteri nimium Soli vicini sint; ipseque Mars ab eo non ultra 18 gr. digrediatur. Ex quaternis vero quas habent Lunis, quin multò plus commodi capiant, quàm nos ex unica nostra, negare non possumus, vel eo solo quod perrarò illunes noctes experiantur. Si verò & maria sua navigant, de quo supra dictum fuit, egregiè cursus regere earum auxilio possunt. Ut præteream spectaculi jucunditatem ex variis earum conjunctionibus, Eclipsibusque, quas quotidie intuentur.]

Eadem porro commoda ac spectacula, imò etiam majora, Saturnicolis evenire necesse est, cum ob quinque Lunarum numerum, tum ob mirabiles Annuli aspectus, nocte dieque iis obversantes. Sed totam eorum Astronomiam, sicut in cæteris fecimus Planetis, exponere oportet. (p. 107.)

Qu'aux habitants
des Planètes les
étoiles fixes appa-
raissent de la même
manière qu'à nous.

Nous noterons d'abord, ce qui pouvait être dit de toutes les Planètes, mais est ici le plus remarquable, que de Saturne les étoiles fixes apparaissent comme chez nous, formant les mêmes figures et se distinguant par une même diversité de clartés; ceci à cause de leur immense distance dont nous parlerons plus loin. Par rapport à elle l'espace que parcourrait en vingt-cinq ans un boulet de canon doit être estimé fort petit.

Les Astronomes y contemplent donc les mêmes signes, Orion, Ours, Lion etc., sans pourtant que ceux-ci tournent autour du même pôle que pour nous: le pôle est différent pour chaque Planète.

Quel est l'aspect
des Planètes et
quel le jour en
Saturne.

De même qu'aux habitants de Jupiter Saturne seul parmi les Planètes primaires est visible, de même aussi les Saturnicoles n'aperçoivent que Jupiter, laquelle pour eux est la même chose que Vénus pour nous: elle ne s'écarte que d'environ $3,7^\circ$ du Soleil. Nous ne sommes pas en état de déterminer avec certitude la longueur de leur jour. Mais à en juger d'après la distance et la période du satellite intérieur et les comparant avec celles du satellite intérieur du groupe qui entoure Jupiter, il devient probable que les jours n'y sont pas plus longs qu'en Jupiter, où nous les avons dits être de dix heures ou d'un peu moins. Mais tandis que ces derniers sont également divisés en clarté et ténèbres, les Saturnicoles éprouvent une inégalité insigne des jours, plus grande même que la nôtre, et une différence encore plus marquée entre l'été et l'hiver; ceci à cause de l'inclinaison de l'axe de leur globe sur le plan de son orbite laquelle est de 31 degrés, tandis que l'axe de notre Terre n'a qu'une obliquité de $23\frac{1}{2}$ degrés. Cette même obliquité oblige les Lunes de Saturne à s'écarter plus longuement de la route du Soleil, de celle bien entendu qui existe pour ses habitants à elle; elle est aussi la cause pour laquelle ils ne voient jamais leurs Lunes pleines si ce n'est aux temps des équinoxes qui y arrivent deux fois en trente de nos années. La même position de l'axe offre aux habitants de cette Planète des phénomènes variés et admirables; pour qu'on puisse les comprendre nous placerons ici de nouveau la figure de Saturne tout entière avec son Anneau, où, comme nous l'avons anciennement déterminé lorsque nous tirions les premiers cette étrange formation des ténèbres, il existe entre les diamètres de l'anneau et du globe le rapport $9:4$. L'espace libre entre les deux aura la même largeur que l'anneau. Quant à son épaisseur, les observations font voir qu'elle est petite; cependant, par rapport au diamètre, cette exiguité ne sera pas excessive: l'épaisseur peut même être estimée de plus de six cents milles Germaniques.

Quel est en Satur-
ne l'aspect de
l'Anneau.

Soit donc ici, d'après ces données, le globe de Saturne [Fig. 154] ayant les points A et B pour pôles. GN y est le diamètre de l'Anneau vu obliquement de telle manière que sa circonférence est représentée par une Ellipse assez étroite. Il existe donc autour des deux pôles des zones correspondant aux arcs CAD et EBF de 54 degrés dont les habitants (à moins que peut-être le froid ne rende ces zones inhabitables) ne peuvent jamais porter leurs regards sur l'Anneau. De tout autre point de la surface on le voit continuellement durant quatorze ans et neuf mois, ce qui pour eux est l'espace d'une demi-année. L'autre moitié de leur année il leur est caché. Il faut encore remarquer à ce propos que ceux qui habitent la très large zone située entre le

Atque hic primum illud annotabimus, quod de omnibus dici poterat, sed hic magis mirandum est, stellas inerrantes è Saturno iisdem planè figuris, eademque luminis diversitate distinctas, atque apud nos spectari: idque ob immanem earum distantiam, de qua postea dicetur. Ad quam nempe illa, quam viginti quinque annis globus à tormento emissus pervaderet, perexigua censenda sit.

Eadem igitur signa Orionis, Ursæ, Leonis, & reliqua, Astronomi illic contemplantur; at non circum eosdem polos ac nobis sese convertentia, sed qui unicuique Planetæ diversas cœli partes obtineant.

Sicut autem Jovis incolis solus Saturnus è primariis Planetis cernitur, ita Saturnicolis solus spectatur Jupiter; qui idem illis est quod nobis Venus, nec nisi 37 circiter grad. à Sole recedit. Quantam verò habeant diærum longitudinem, certò cognosci nequit. Sed, ex comitis intimi distantia ac periodo, exque eorum comparatione cum intimo Jovialium, verisimile sit non longiores esse dies illas quam sint in Jove: quas decem horarum esse diximus, aut paulo minus. Sed, cum hæ æqualiter in lucem ac tenebras dividantur, Saturnicolæ insignem inæqualitatem atque etiam majorem quam nos perpetiuntur, majusque etiam æstatis & hyemis discrimen; propter inclinationem axis globi Saturnii ad planum orbitæ suæ, quæ est partium 31; cum noster Terræ axis tantum 23 & dimidiæ obliquitatem habeat. Hæc eadem declinatio in Saturno, Lunas ejus longè evagari facit à Solis via, vel quam pro hac illi habent: atque etiam causa est, cur nunquam Lunas suas pleno orbe lucentes conspiciant, nisi æquinoctiorum tempore; quæ triginta annis nostris bis ibi contingunt. Idem denique axis positus phænomena varia, ac mirabilia, Planetæ ejus incolis præbet; quæ ut intelligi possint, totius Saturni cum Annulo figuram hic rursus describemus: in qua, sicut jam olim definivimus, cum mirum hunc fornitem è tenebris primum erueremus, inter diametros | annuli globique ea erit ratio, quæ 9 ad 4. Vacuumque spatium inter utrumque interjectum, eandem quam annulus latitudinem habebit. Crassitudinem autem hujus exiguam esse, observationes comprobant, quæ tamen ratione diametri, non nimia erit, etiam si sexcenta milliaria Germanica efficere putetur.

Sit igitur secundum hæc Saturni globus cujus poli A, B. Annuli diameter G N, obliquè inspecti, ita ut Ellipsin angustiores circumferentia sua referat. Sunt igitur circa polos utrosque portiones superficiei, arcubus CAD, EBF, 54 partium, definitæ, quas qui incolunt (nisi frigus forsân inhabitabiles reddit) nunquam Annulum conspiciere possint. Ex reliqua omni superficiei vident eum annis continuis quatuordecim, mensibus novem: quod est ipsis anni spatium dimidium. Altero dimidio absconditur. Quocirca qui habitant in zona amplissima inter circulum polarem CD, & TV, æqua-

Planeticolis stellas fixas eodem modo apparere, ac nobis.

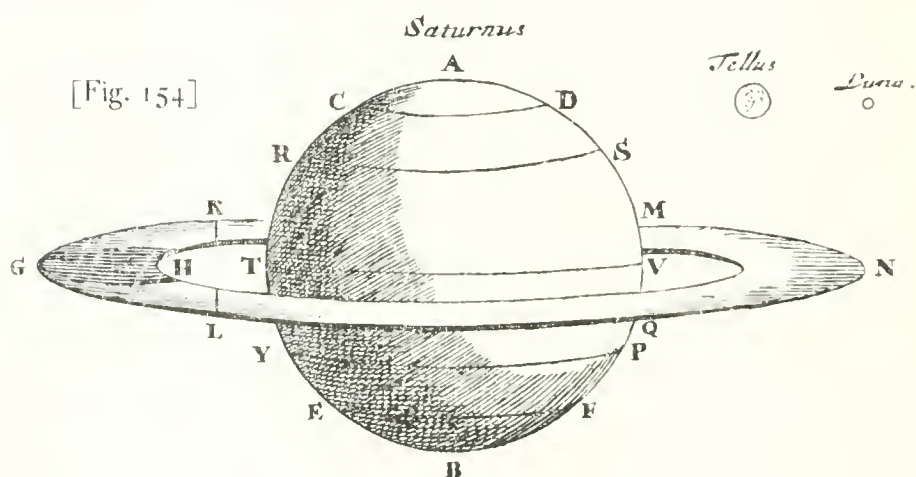
Qualis sit Planetarum aspectus, diærum ratio in Saturno.

(p. 108).

(p. 109).

Qualis sit Annuli aspectus in Saturno.

cercle polaire CD et TV, équateur gisant sous l'anneau, en voient au milieu de la nuit — aussi longtemps que le Soleil illumine la face de l'anneau tournée vers eux — la partie KGL, ayant la forme d'un arc lucide surgissant du sol de part et d'autre, mais interrompu au milieu par l'ombre du globe de Saturne couvrant la partie GH le plus souvent jusqu'à l'extrême bord. Mais après minuit la même ombre se meut peu à peu vers la droite pour un spectateur vivant dans l'hémisphère boréal, vers la gauche s'il habite l'hémisphère opposé. Et cette ombre s'évanouit le matin, tandis que l'apparence d'un arc se maintient, lequel ils peuvent voir toute la journée, mais plus faiblement lucide que ne nous apparaît la Lune de jour. Du moins s'ils ont leur atmosphère à eux, autrement dit de l'air qui réverbère les rayons du Soleil, ce dont nous avons plus haut fait voir la probabilité. Car s'ils n'avaient rien de tel, ils verraient luire et



l'anneau et leurs Lunes, et aussi les étoiles fixes, de la même manière pendant le jour que pendant la nuit. Le spectacle de l'anneau doit en outre être plus beau par le fait qu'ils peuvent le voir tourner dans son plan d'après le mouvement de certaines taches ou parties inégalement lumineuses. Ceci en effet ne peut manquer d'être remarqué à si courte distance, vu que déjà de notre Terre il apparaît sur la surface de l'anneau une clarté inégale: elle est plus faible vers le bord extérieur que vers le bord intérieur. Or, en même temps que l'ombre du globe est projetée sur la partie GH de l'Anneau, l'ombre de ce dernier recouvre une partie du globe vers PF qui sinon jouirait de la lumière du Soleil. De sorte qu'il existe toujours une certaine Zone PYEF, tantôt plus large, tantôt plus étroite, dont les habitants sont longtemps privés de la vue du Soleil en même temps que de celle de l'anneau, lequel leur cache aussi en ce temps une partie des étoiles. Ce qui doit nécessairement leur paraître une espèce de miracle lorsque, par l'exclusion du Soleil, ils sont livrés à une profonde obscurité sans voir ce qui en est la cause. En ce temps ils n'ont d'autre lumière solaire que celle qui leur vient de leurs

tori annuloque subjacentem, quandiu superficiem annuli ipsis obversam Sol illuminat, vident media nocte portionem ejus KGL, arcus lucidi forma, qui utrinque ab horizonte | exurgit, sed medius interruptitur umbra globi Saturnii partem GH tegente (p. 110). plerumque ad extremum usque marginem. Post mediam verò noctem umbra eadem paulatim in partem dextram movetur, spectatori in hemisphærio boreo agenti; in sinistram verò, si in opposito versetur. Evanescitque matutino tempore, manente tamen arcus specie, quem tota die cernere possint, sed tenuius lucentem quam nobis Luna nostra interdum conspicitur. Siquidem sua illis est atmosphæra, sive aer a Sole splendescens, ut probabile esse superius ostendimus. Nam si nihil tale haberent, non aliter interdum quam noctu & annulum & Lunas suas, stellasque inerrantes lucere viderent. Annuli porro spectaculum, hœc quoque pulchritudo esse oportet, quod cum in sese converti, ex maculis quibusdam, aut inæquali splendore animadvertunt. Neque enim ex tanta propinquitate hoc notari non potest, cum vel è Tellure nostra inæqualis claritas, in superficie annuli, appareat; quæ limbo exteriori, quàm interiori, minor est. Simul autem, dum globi umbra in Annuli partem GH projicitur, etiam annuli umbra obscurat globi partem circa PF, quæ | alioqui Solis luce frueretur. Ut (p. 111). proinde semper Zona quædam sit PYEF, nunc latior, nunc angustior, ejus incolæ multo tempore conspectu Solis, annulique simul, priventur; qui tunc quoque stellarum partem aliquam illis aufert. Quod certè miraculi instar videri necesse est; intercepto Sole, in profundam noctem incidentibus; nec quid eam efficiat videntibus. Quo tempore Lunarum solo lumine se solantur. Altera anni parte dimidia, cum oppositam

Lunes. Dans l'autre moitié de l'année, lorsque le Soleil illumine la surface opposée de l'anneau, l'hémisphère TBV jouit de la lumière de la même manière qu'auparavant l'hémisphère TAV, et ce dernier éprouve alors à son tour une longue éclipse. C'est seulement aux temps des équinoxes, alors que le Soleil se trouve précisément dans le prolongement du plan de l'anneau, que celui-ci, dépourvu de toute illumination, peut à peine être visible pour les Saturnicoles, étant également inapercevable par nos lunettes. Ceci arrive lorsque Saturne, vue du Soleil, occupe le degré $21\frac{1}{2}$ de la Vierge ou des Poissons, comme nous l'avons jadis exposé dans le système de Saturne; où nous donnons aussi les raisons des phénomènes décrits plus haut, autrement dit, où nous parlons des levers du Soleil au-dessus du plan de l'Anneau dans le cours de l'année Saturnienne.

J'ai marqué dans cette figure, à côté de Saturne, les globes de notre Terre et de la Lune, d'après le véritable rapport de leurs grandeurs, afin qu'on remarque encore une fois combien notre demeure est petite en comparaison de la sphère et de l'anneau de Saturne, ce qu'il convient d'avoir constamment dans la pensée. D'après ce qui a été dit chacun pourra se représenter une nuit de Saturne ornée de ses deux arcs opposés d'anneau lucide, et de ses cinq Lunes.

Voilà à peu près tout ce que j'avais à dire sur les Planètes primaires.

Reste à examiner ce qui se rapporte aux Lunes jointes à Saturne et à Jupiter, et surtout à la nôtre, tant pour ce qui regarde les phénomènes astronomiques que pour ce qui a trait à la recherche de l'équipement de leurs surfaces; et surtout à nous demander si l'existence de ce qu'on peut appeler un équipement ordonné est probable, question que nous avons évité de poser jusqu'ici.

Au sujet de la Lune on ne peut faire que peu de conjectures.

Il peut sembler, attendu que le globe de la Lune est si proche de nous et présente beaucoup de détails à ceux qui se servent d'un télescope, que nous puissions faire sur sa nature en général plus de conjectures, et des conjectures plus probables, que sur les autres Planètes tant de fois plus éloignées. Mais le fait est qu'au contraire je ne me trouve guère en état de rien dire sur les choses de la Lune, pour la raison qu'il ne nous a pas été donné de voir de près aucune Planète de ce genre, tandis qu'il en est autrement pour les planètes primaires. En effet, ces dernières, comme il a été suffisamment établi, sont du même genre que notre Terre où nous voyons de près ce qui s'y passe et ce qui y existe, ce qui fournit un moyen de faire par analogie des conjectures sur les autres.

Que la nature des satellites de Saturne et de Jupiter est la même que celle de la Lune.

Ce que nous pouvons affirmer sans aucune hésitation c'est que les Lunes qui accompagnent, nous l'avons dit, Jupiter et Saturne sont d'une même nature que la nôtre, puisqu'elles circulent absolument de la même manière autour de ces Planètes primaires et sont emportées par celles-ci dans leurs courses autour du Soleil, de même que la Lune est entraînée par la Terre. Nous verrons plus loin qu'il existe en outre pour les unes comme pour les autres, une deuxième ressemblance à notre satellite. Il en résulte que si nous réussissons à faire des conjectures sur l'état de la Lune (or, nous ne pouvons conjecturer que peu) il faudra se figurer que l'état des quatre de Jupiter et celui

annuli superficiem Sol illustrat, eodem modo, luce fruitur hemisphaerium TBV, quo prius TAV; & hoc vicissim tunc longas illas eclipses patitur. Sola æquinoctiorum sunt tempora, Sole in ipsum productum annuli planum incidente, cum lumine destitutus vix Saturnicolis apparere potest; quando nec nostris percipitur dioptris. Tenente nimirum Saturno, ex Sole viso, gradum Virginis, aut Piscium, vicesimum primum cum dimidio; quemadmodum in Saturnio systemate olim exposuimus. Ubi ratio quoque redditur eorum, quos diximus, exortuum Solis super Annuli planum, toto Saturnii anni decursu.

Apposui in schemate hoc, juxta Saturnum, Terræ nostræ, Lunæque globos, servata magnitudinum vera ratione; ut rursus intelligatur, quam exigua sit habitatio nostra, ad Saturni sphaeram annulumque collata; quod continue cogitationi infixum habere expedit. Imaginem vero Saturniæ noctis, geminis annuli lucentis arcubus adversis, & quinque Lunis ornata, sibi quisque formare ex jam dictis poterit. Et de primi quidem ordinis Planetis, hæc fere erant quæ dicenda habebam. (p. 112).

Supereſt ut de Lunis quoque Saturno ac Jovi additis, ac præcipuè de nostra, quaeramus, tam quæ ad phænomena astronomica attinent, quam quæ ad ornatum in earum superficie reperiendum, ac præsertim an aliquem esse probabile sit; quod hæcenus facere distulimus.

Ac videtur quidem, cum tam propinquus nobis sit Lunæ globus; telescopiaque utentibus multa particulatim conspicienda præbeat; plura quoque ac probabiliora de universa natura ejus, quàm de Planetarum cæterorum conjici posse, tanto quippe remotiorum. Sed contra evenit ut vix quidquam de Lunæ rebus dicendum reperiam, nimirum quia ejus generis Planetam nullum coram intueri contigit; cum in primariis illis aliter hoc sese habeat. Sunt enim, ut jam satis constat, generis ejusdem ac Tellus nostra, in qua, quid rerum geratur, quidve exstet, propè intuemur, eoque de cæteris similia quædam conjectandi ratio suppetit. (p. 113).

Illud vero sine omni dubitatione statuere possumus, ejusdem naturæ, ac Luna nostra, esse illas, quæ Jovem ac Saturnum comitari dictæ sunt, siquidem eodem prorsus modo primarios hosce Planetas circumeunt, simulque cum illis circum Solem feruntur, perinde ac cum Tellure Luna. Sed & aliam utrobique similitudinem intercedere postea videbimus. Quamobrem si quid de Lunæ statu conjicere possimus, (possumus autem pauca admodum) idem in quatuor illis circa Jovem, & in quinque Saturniis

De Luna pauciora
conjici posse.

Satellitum Saturni
& Jovis eandem ac
Lunæ rationem
esse.

des cinq de Saturne ne sont pas bien différents. Car il faut constamment maintenir que ces lunes-là ne sont pas inférieures à la nôtre ni moins bien équipées.

Que la Lune se distingue par la possession de montagnes et de parties basses.

Déjà avec de petites lunettes d'une longueur de trois ou quatre pieds il apparaît en notre Lune que sa surface est traversée par plusieurs chaînes de montagnes et est composée d'autre part de parties basses fort étendues. En effet, on voit les ombres des montagnes du côté opposé à celui du Soleil; et souvent des plaines de dimensions plus modestes bornées de toutes parts par une chaîne de montagnes possédant à peu près la forme d'une circonférence de cercle, y sont aperçues au milieu desquelles s'élèvent une ou plusieurs montagnes moins hautes. De cette forme ronde des dites plaines ou vallées Kepler tirait la conclusion que nous avons affaire à d'immenses travaux d'habitants de la Lune raisonnablement agissants ¹⁶⁾. Mais ceci est tout-à fait incroyable tant à cause de la grandeur de ces formations que de la facilité avec laquelle de telles cavités rondes peuvent être produites par des causes naturelles. Quant à des apparences de mers, je n'en trouve aucune dans la Lune, quoique tant Kepler que la grande majorité des autres observateurs soient d'un autre avis. En effet, il y existe, il est vrai, d'immenses régions planes beaucoup plus obscures que les parties montagneuses et que je vois être généralement considérées comme des mers et désignées par des noms d'océans; mais en les regardant avec un télescope plus grand je constate que dans ces parties basses aussi il y a de petites cavités rondes où les ombres tombent endedans, ce qui ne s'accorde pas avec l'existence de nappes d'eau marine; d'autre part, en observant avec beaucoup de soin les champs étendus, on voit qu'ils ne présentent pas une surface parfaitement uniforme. Ce ne peuvent donc être des mers; ces champs doivent être composés d'une matière moins blanche que celle des parties plus inégales parmi lesquelles il y en a encore qui se distinguent par une plus grande clarté. Il semble aussi qu'il n'y ait en la Lune aucun fleuve ou rivière: ils se feraient remarquer dans les images nettes produites par nos télescopes, du moins si, comme la plupart des nôtres, ils coulaient entre des montagnes ou des rives fort élevées. Mais il n'y a aussi aucun nuage d'où pourraient provenir des pluies fournissant de la matière liquide aux fleuves ou rivières: s'il y en avait, nous verrions ces nuages couvrir tantôt ces régions-là de la Lune et les soustraire à notre vue, ce qui n'arrive point; il y règne au contraire une sérénité perpétuelle.

Qu'elle ne possède pas de véritable mer.

Pas de rivières.

Pas d'air et d'eau.

Il est en outre manifeste que la Lune n'est entourée ni d'air ni d'une atmosphère comparable à celle de la Terre. En effet, s'il y en avait une telle, le bord extérieur de la Lune ne pourrait pas paraître aussi net qu'on le constate à l'occasion de l'obscurcissement de quelque étoile; il se terminerait par une certaine luminosité évanouissante et pour ainsi dire par du duvet, pour ne rien dire de la circonstance que les vapeurs de notre

¹⁶⁾ Voyez la note 5 de la p. 683 qui précède.

haud multo aliter se habere putandum erit. Illud semper menti infixum tenendo, non esse illas viliores aut minore ornatu excultas.

Illud igitur in Luna nostra apparet, etiam minoribus perspicillis trium quatuorve pedum longitudine, plurimis montium tractibus, rursusque planis vallibus latissimis, superficiem ejus divisam esse. Cernuntur enim montium umbræ ea parte quam a Sole averfam habent; ac frequenter jugo in circulum fere composito inclusæ valles quædam minores animadvertuntur; quarum medio monticuli, unus pluresve rursus eminent. Ex qua vallium rotunditate argumentum sumebat Keplerus, Lunicolarum, cum ratione operantium, immensas has esse molitiones¹⁶). Sed hoc incredibile prorsus, tum ob nimiam earum magnitudinem; tum quod facile naturalibus causis cavitates ejusmodi orbiculares formari possint. Marium vero similitudinem illic nullam, (etsi & ille, Lunam montibus & vallibus distinctam esse. (p. 114). Carere vero mari. & alii plerique omnes contra sentiunt) reperio. Nam regiones planæ ingentes, quæ montosis multo obscuriores sunt; quasque vulgo pro maribus haberi video, & oceanorum nominibus insigniri; in his ipsis, longiori telescopio inspectis, cavitates exiguas inesse comperio rotundas, umbris intus cadentibus; quod maris superficiei convenire nequit: tum ipsi campi illi latiores non prorsus æquabilem superficiem præferunt, cum diligentius eas intuemur. Quocirca maria esse non possunt, sed materia constare debent minus candicante, quàm quæ est in partibus asperioribus: in quibus rursus quædam (p. 115). vividiori lumine cæteris præcellunt. Nulli quoque fluvii in Luna inesse videntur. Non Fluviis. enim effugerent aciem perspicillorum nostrorum; saltem si inter montes aut ripas præaltas, ut nostri plerique, laberentur. Sed neque nubes ullæ sunt unde pluviam generentur Nubibus. ad suppeditandum fluvii humorem. Si enim essent, videremus eas nunc has nunc illas Lunæ regiones obtegere, ac visui nostro subducere, quod nequaquam contingit, sed perpetua apparet serenitas.

Porrò nec aëre aut atmosphæra Lunam cingi, qualis circum Tellurem hanc ambit, Aëre & aqua. manifestum est. Quia si qua talis existeret, non posset extrema Lunæ ora tam præcise circumscripta spectari, quam subeunte stella aliqua sæpe animadversa est; sed evanida quadam luce, ac velut lanugine finiretur, ut omittam vapores atmosphærae nostræ maximam partem ex aquæ particulis constare; ac proinde, ubi nulla sunt maria aut

atmosphère consistent pour la plus grande partie en des particules d'eau et que là où il n'y a ni mers ni fleuves il n'existe pas de réservoirs d'où de telles particules pourraient s'élever en l'air. L'insigne différence qui existe donc sous ce rapport entre la Lune et notre Terre nous rend presque impossible de faire des conjectures. Si nous y avions observé des mers et des fleuves ce serait là un argument pour admettre que le reste de la parure de la Terre y existe aussi et que l'opinion de Xénophane est donc conforme à la vérité, lui qui disait que la Lune est habitée et qu'elle est une Terre à beaucoup de villes et de montagnes ¹⁷⁾). Maintenant il semble au contraire que ni des plantes ni des animaux ne peuvent exister sur ce sol aride, dépourvu de toute eau, puisque c'est de la matière à l'état liquide qui devrait fournir à eux tous tant la substance dont ils se composeraient que celle de leurs aliments.

Que par conséquent toute conjecture sur l'existence d'animaux ou de plantes serait fort incertaine.

Faut-il donc croire qu'un globe de cette grandeur a été créé uniquement pour nous éclairer pendant la nuit d'une douce lumière ou causer les flux et reflux de la mer? N'y aura-t-il personne là-bas qui jouisse du fort beau spectacle de la révolution de notre Terre, montrant tantôt l'Europe et l'Afrique, tantôt l'Asie, tantôt l'Amérique; luisant tantôt en entier, tantôt pour la moitié? Toutes les Lunes qui entourent Jupiter et Saturne circuleront-elles avec une égale inutilité et seront-elles également dénudées? Je ne fais que répondre à cette question, puisqu'aucune conjecture ne se présente qui serait basée sur une chose pareille. Il semble toutefois plus probable, à cause de l'excellence de ces corps, qu'il se trouve quelque chose sur leur surface, qu'il y croît et y vit quelque chose, de quelque nature que ce soit et quelque grande que soit sa différence avec ce qui nous est connu. Il serait possible qu'une matière différant de notre eau y soutînt la vie des plantes et des animaux. Une légère humidité sur un sol ne l'absorbant pas aussi facilement que le nôtre pourrait suffire aux rayons du Soleil pour en faire sortir de la rosée capable de nourrir des plantes basses et des arbres. Ce que je constate être aussi venu à l'esprit de Plutarque dans son dialogue de la Face dans l'orbe Lunaire ¹⁸⁾). Car chez nous aussi il ne faudrait que l'extrême surface de la mer, qu'une mince pellicule pour ainsi dire, pour fournir l'humidité nécessaire aux champs et à leurs plantes, humidité que le Soleil pourrait en tirer et qui se condenserait non pas en nuages mais

¹⁷⁾ C'est ce qu'on ne trouve que chez Cicéron („Academica” II 123): „habitari ait Xenophanes in luna eamque esse terram multarum urbium et montium”.

¹⁸⁾ Plutarque y parle à plusieurs reprises d'un „tenuis aër” se trouvant sur la lune, „... Lunam... aërem in se multum hinc inde dispersum aiunt continere... cum... aër nimirum superficiei curvitatatis eius incumbat... Quid verò miri est, si in Luna radices, semina, plantaeque nascuntur nihil pluviarum ope indigentes aut hyemis: sed æstivo & tenero aëre, ad naturam ipsorum accommodato contentæ?” Nous citons les p. 922, 923 et 939 de l'édition gréco-latine de G. Nylander („Plutarchi Chæronensis omnium quæ exstant operum Tomus secundus, continens Moralia”, Paris 1624).

fluvii, non esse unde eorum copia sursum educatur. Hæc igitur insignis differentia quæ Lunam inter Terramque nostram reperitur, omnem | sere aditum conjecturis obstruit. (p. 116). Nam si maria annessque inesse cernerentur, haud leve argumentum esset cæterum quoque Terræ ornatum ei convenire, veramque adeo esse Xenophanis opinionem, qui habitari in Luna dicebat, eamque Terram esse multarum urbium & montium¹⁷). Nunc vero in solo arido, & omnis aquæ experte, non videntur neque herbæ, neque animantia exstare posse, cum omnibus istis humor materiam & alimenta præstare debeat.

Anne igitur credendum, tantæ magnitudinis globum in hoc conditum esse ut noctu nobis lucem tenuem largiatur, aut ætus maris cieat? Nemo erit qui pulcherrimo inde spectaculo fruatur Telluris nostræ in se revolutæ, & nunc cum Europa Africam, nunc Asiam, nunc Americam ostendantis; nunc plene, nunc dimidio orbe lucentis? Omnes item quæ Jovem ac Saturnum circumstant Lunæ, æquè inutiles vacuæque ferentur? Non habeo equidem quod dicam, cum nulla ab re simili conjectura suppetat. Magis tamen probabile videtur ob corporum præstantiam, aliquid in superficie eorum geri, aliquid crescere ac vivere, qualecunque tandem id sit, | & quantumlibet à rebus nostris diversum. Possæt forsan stirpium animaliumque ibi vitam aliud quid, aquæ nostræ dissimile, sustentare. Possæt exiguus humor in terra, non æque ac nostra, aquam combibente, sufficere radiis Solis, unde rorem educerent, alendis herbis arboribusque idoneum. Quod idem Plutarcho in mentem venisse video in eo qui de Facie in orbe Lunæ est dialogo¹⁸). Nam neque apud nos, nisi summa maris superficie, ac tenui veluti pellicula opus esset, ad humorem terris, satisque suppeditandum, quem Solis vis eliciisset, quique in rorem tantum, non vero in nubes condensaretur. Sed hæc admodum leves sunt conjecturæ aut suspiciones potius, nec aliud habemus ex quo de Lunæ

Hinc de animantibus & stirpibus incertiore conjecturam esse.

(p. 117).

Que les Lunes de Jupiter et de Saturne tournent, comme la nôtre, toujours la même partie vers leur Planète.

seulement en rosée. Mais ceci ne font que des conjectures ou plutôt des soupçons de fort peu de poids : nous n'avons rien d'où nous pourrions conclure par analogie à la nature de la Lune ou des autres satellites. Il faut en effet se figurer, comme nous l'avons dit, que la nature de toutes les lunes est la même ; outre par la raison alléguée ci-dessus ceci est confirmé par la suivante : de même que notre Lune nous regarde toujours d'une même face, ainsi en est-il des satellites de Jupiter et de Saturne par rapport à leurs Planètes primaires. Ceci pourrait sembler une étonnante découverte ; mais il n'était pas difficile de le conjecturer après qu'il avait été observé, comme je l'ai dit un peu plus haut, que la lune extrême de celles qui entourent Saturne n'est visible que lorsqu'elle se trouve du côté occidental de la Planète. qu'à l'orient elle est donc toujours cachée. En effet, on comprend aisément que cela provient du fait que cette Lune a une surface en grande partie obscure et que lorsque cette partie plus obscure que le reste est tournée vers nous, elle ne peut être aperçue à cause de la faiblesse de sa lumière ; or, comme elle est toujours trouvée obscurcie lorsqu'elle se trouve dans la partie orientale de sa course, et jamais dans l'autre, c'est là un indice certain du fait que la même face de ce globule est toujours tournée vers Saturne, parce que de cette orientation résulte ce qui a été dit. Qui mettra en doute, étant acquis que tant dans le cas de ce satellite extrême que dans celui de notre Lune la même face est toujours vue de la Planète primaire correspondante, que la nature a arrangé les choses de même dans le cas des autres satellites de Jupiter et de Saturne ? Quant à la cause efficiente, elle ne peut guère être que celle-ci : chez toutes les Lunes la matière est plus dense et plus lourde du côté le plus éloigné de la Planète. En effet, de cette façon cette partie tendra avec plus de force à s'écarter du centre de rotation, tandis que, si tel n'était pas le cas, une même face devrait suivant les lois du mouvement être toujours dirigée non pas vers la Planète mais vers les étoiles fixes.

Quelle est pour les habitants des Lunes, supposé qu'il y en ait, la constitution des cieux, la division des jours, etc.

De cette position des Lunes par rapport aux Planètes correspondantes résulteront des spectacles étranges pour leurs habitants dont, il est vrai, il est extrêmement incertain s'ils existent, mais qui sont ici placés sur elles à titre de fiction. Il suffira de parler des indigènes de notre Lune. Pour eux son globe est divisé en deux hémisphères de telle manière que les habitants de l'un jouissent toujours de la vue de notre Terre, tandis que ceux de l'autre ne l'aperçoivent jamais. Excepté que quelques-uns d'entr'eux, vivant vers les bords des deux hémisphères, perdent et recouvrent sa vue alternativement. Or, les Géoscopes mentionnés voient la Terre suspendue dans l'éther beaucoup plus grande que la Lune ne nous apparaît ; plus précisément, elle leur présente un diamètre presque quadruple. Mais ce qui est remarquable, c'est qu'ils la voient nuit et jour suspendue au même endroit du ciel, comme si elle était perpétuellement immobile, les uns en leur zénith, les autres à une certaine hauteur au-dessus de l'horizon, quelques-uns dans l'horizon même ; or, elle leur apparaît en rotation autour de son axe, leur montrant ses continents l'un après l'autre en vingt-quatre heures, leur faisant voir de plus (ce que je voudrais bien voir aussi) les contrées avoisinantes aux pôles encore inconnues à nous, ses habitants. Ils la voient en outre dans le décor d'une

nostræ, atque etiam reliquarum natura aliquid colligamus. Omnium enim, uti diximus, Jovis ac Saturni eadem putanda est; idque præter adductam superius rationem, etiam hæc alia confirmatur, quod sicuti Luna nostra eandem perpetuè faciem ad nos obversam habet, ita & illæ Joviales ac Saturniæ ad suos Planetas primarios. Mirum videatur hoc sciri potuisse; at non erat difficilis conjectura, postquam, ut paulo ante dixi, animadversum fuit extremam Saturniarum tunc solum conspici, cum Planetæ huic ad occidentem posita est; ab oriente vero semper eam latere. Facile enim perspicitur id inde evenire, quod magna sui parte obscuriorem superficiem habeat hæc Luna; quæ pars obscurior cum ad nos conversa est, tunc cerni nequeat præ luminis tenuitate. Cumque semper in orbitæ suæ latere quod orientem spectat obscurata reperiatur, in altero nunquam, manifestum indicium est eandem globuli regionem semper Saturnum respicere, quoniam ex eo illud contingere necesse est. Quis vero jam dubitet, cum & illius omnium remotissimæ & nostræ Lunæ facies semper eadem ex primario Planeta suo spectetur, quin idem in cæteris, quæ circa Jovem ac Saturnum volvuntur, natura effecerit? Causa vero quare id fiat vix aliunde peti potest, quam quod densior ponderosiorque materia sit Lunarum omnium parte ea, quâ semper à Planetis suis aversæ sunt. Sic enim ea ipsa pars majore vi à centro circuitus recedere contendet: cum alioqui, ex motus legibus, eadem semper facies non ad Planetam, sed ad fixas stellas easdem, continue obverti debuerit.

Porro ex hoc posito Lunarum ad Planetas suos mira quædam spectacula evenire necesse est eas habitantibus, qui an sint aliqui, ut jam apparuit, multo incertissimum est; sed quasi essent ponantur. Satis erit autem de nostræ Lunæ indigenis dixisse. His igitur sic in duo hemisphæria globus ejus dividitur, ut qui alterum incolunt, semper Telluris nostræ conspectu fruantur, qui reliquum, semper eo careant. Nisi quod quidam, circa confinia utriusque agentes, amittant eum per vices ac recuperent. Cernunt autem Gæoscopi illi Tellurem in æthere pendente multo majorem quam quanta nobis Luna apparet, quippe ferè quadruplo ampliore diametro. Sed illud mirabile, quod nocte dieque eodem cœli loco velut immobilem perpetuo hæreere vident; alii recta supra caput defixam, alii certa altitudine ab horizonte distantem, quidam & in ipso horizonte sitam: atque interea convertentem se circum axem suum, regionesque quas continet universas deinceps ostendentem horarum viginti quatuor spatio, atque eas quoque proinde (quod utinam videre liceret) quæ ad utrumque polum nobis incolis adhuc incognitæ manent. Præterea & lumine crescentem eam vident & immi-

Jovis ac Saturni Lunas, non secus ac nostram Telluri, eandem partem suo Planetæ obvertere.

(p. 118).

(p. 119).

Lunæ incolis si qui sint, qualis apparitura sit eorum constitutio, dierum ratio, &c.

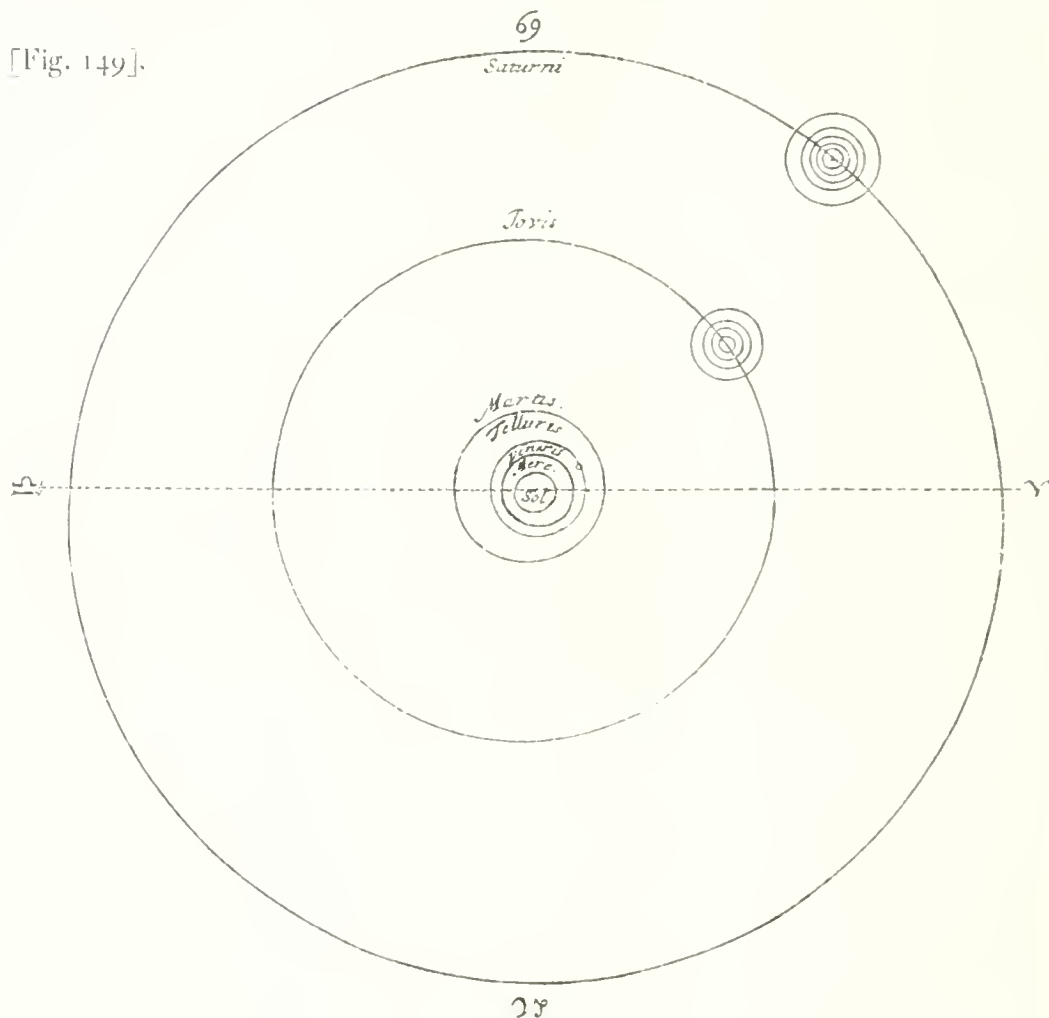
(p. 120).

illumination croissante et décroissante dans la période d'un mois, donc alternativement pleine, coupée en deux, mince et avec des cornes, en un mot avec la variété de formes que nous présente le globe de la Lune. Mais ils reçoivent de la Terre quinze fois plus de lumière que nous n'en recevons d'elle. De sorte que, dans le meilleur des deux hémisphères, celui qui est tourné vers nous, les habitants ont des nuits fort claires. Il ne peut toutefois avec cette clarté leur arriver aucune chaleur, quoique Kepler ait été d'un autre avis. Quant au Soleil, il se lève pour eux une seule fois et se couche également une seule fois, en chacun de nos mois; ils ont donc des jours et des nuits quinze fois plus longs que les nôtres lesquels sont parfaitement égaux entre eux par un équinoxe perpétuel. A cause de cette longueur du jour ils seraient nécessairement, puisque le Soleil n'est pas plus éloigné d'eux que de nous, exposés à une chaleur fort incommode, si leurs corps y étaient aussi sensibles que les nôtres. C'est pour ceux qui habitent près des bords des dits hémisphères que le Soleil monte le plus haut, mais pour ceux qui en sont fort éloignés et vivent aux endroits gisant sous les pôles de la Lune, ils n'auront pas plus chaud par l'effet de ces longs jours que ceux qui en été font la chasse aux baleines dans les environs de l'Islande ou de la Nouvelle Zemble; lesquels, justement au temps du solstice, et durant des jours de trois mois, éprouvent fort souvent des froids excessifs. Les pôles nommés de la Lune, autour desquels les étoiles fixes sont vues par ses habitants décrire des circonférences de cercle, ne sont aucunement les mêmes que pour nous, et ne coïncident pas non plus avec les pôles de l'Ecliptique, mais tournent autour de ces derniers en en restant toujours éloignés de cinq degrés, ce qui se fait en une période de dix-neuf ans. Quant à la longueur de l'année, elle y est la même que pour nous; ils la mesurent par le mouvement des étoiles fixes et leurs retours au Soleil. Ce qui pour eux est une chose bien facile puisqu'ils voient les étoiles le jour non moins que la nuit, sans que la clarté du Soleil les gêne, puisque, comme cela a été démontré plus haut, ils n'ont pas d'atmosphère, sans laquelle nous verrions, nous aussi, le ciel étoilé en plein jour. De plus aucun nuage n'empêche jamais leurs observations, de sorte qu'ils peuvent déterminer les routes des Planètes mieux que nous; il est vrai qu'ils auront eu (ou auront) plus de peine à trouver le vrai système, attendu qu'alors que, par hypothèse, ils commencèrent à le chercher, la Terre a dû leur sembler immobile, erreur hypothétique plus grossière que la nôtre. Tout ceci peut être appliqué aussi aux Lunes de Jupiter et de Saturne pour lesquelles leurs Planètes primaires sont la même chose que la Terre pour nous. L'espace d'un jour et d'une nuit est mesuré par la période de la Lune considérée; nous avons donné plus haut une liste de ces périodes. Il en résulte que pour les habitants du cinquième satellite de Saturne, dont la période était de 80 de nos jours, tant les jours que les nuits seront égaux à quarante des nôtres. Pour ces mêmes habitants les étés et les hivers seront, à cause de la révolution en trente ans de Saturne, chacun égal à quinze de nos années. Il est manifeste, tant à cause des longs froids qu'à cause des sommeils et veilles si prolongés, que même s'il n'y avait aucune autre différence, la vie y ferait tout autre que chez nous.

Ce qu'il est facile d'appliquer aussi aux Lunes de Jupiter et de Saturne.

nutam menſtrua periodo, atque ita per vices plenam, dimidiatam, inque cornua tenuatam, eâdem formarum varietate quam Lunæ globus nobis exhibet. Sed lucem à Tellure noſtra accipiunt quindecuplo majorem quam nos ab illa. Adeo ut, in hemiſphærio meliore, ad nos obverſo noctes inſigniter claras habeant; nec tamen cum claritate illa ullus ad eos calor manare poteſt, etſi hoc aliter Keplero viſum eſt. Sol verò ſemel illis oritur ſingulis menſibus noſtris, ſemelque occidit, atque ita dies nocteſque, quindecuplo quam nos longiores habent, at inter ſe æquales perpetuo æquinoctio. Qua dierum longitudine, quandoquidem non amplius ab illis quam à nobis Sol abeſt, neceſſe eſſet eos, quibus altè ſupra horizontem aſcendit, æſtu incommodo torrerì, ſi corpora eorum perinde ac noſtra afficiantur. Aſcendit autem maximè iis qui circa conſinia hemiſphæriorum, quæ diximus, incolunt, qui vero inde procul diſtant, ac circa regiones habitant polis Lunæ ſuppoſitas, non magis ob longos iſtos dies calebunt, quam qui circa Iſlandiam aut novam Zemblam æſtivo tempore cetos piſcantur; qui perſæpe frigora ingentia, ipſius ſolſtitii tempore, ac trium licet menſium diebus, experiuntur. Sunt autem poli Lunæ, quos circum ſtellæ fixæ converti cernuntur in ea habitantibus, nequaquam iidem qui nobis, neque etiam cum Eclipticæ polis conveniunt, ſed his circumferuntur, quinque gradibus ſemper diſtantes, idque periodo annorum novendecim. Anni autem ſpatium idem illic quod nobis; quod motu fixarum metiuntur ac reverſione earum ad Solem. Idque iis perfacile eſt, cum diei tempore, non minus quam noctu, ſtellas conſpiciunt, nihil impediante Solis claritate; quoniam, ut ſupra oſtenſum eſt, nullam vaporum ſphæram habent; ſine qua & nos interdum cælum ſideribus plenum aſpiceremus. Nec vero nubes quoque ullæ unquam obſtant obſervantibus, adeo ut curſus Planetarum melius quàm nos inveſtigare poſſint; ſed tamen difficilius multò verum ſyſtema reperire. Quoniam incipientibus ſtare Terra ſua videri debuit, in quo eos longius quàm nos error abduxit. (p. 121 .

Nous avons expliqué jusqu'ici ce qui se rapporte aux Planètes primaires et secondaires qui entourent le Soleil. Avant que de continuer, c'est-à-dire avant que de considérer le Soleil et les étoiles fixes lesquels constituent la troisième espèce de corps célestes, il vaut la peine, nous semble-t-il, d'exprimer méthodiquement et avec plus



d'évidence que jusqu'ici, la grandeur et la magnificence de tout le système Solaire. Ce que nous ne pouvons nullement faire par une figure tracée sur les présentes feuilles à cause de la petitesse des corps Planétaires en comparaison avec leurs fort grandes orbites. Mais nous suppléerons par nos paroles à ce qui ne peut être représenté par une figure. Reprenant donc la figure du début du livre précédent [Fig. 149], représentons-nous une deuxième figure semblable et avec les mêmes rapports des distances

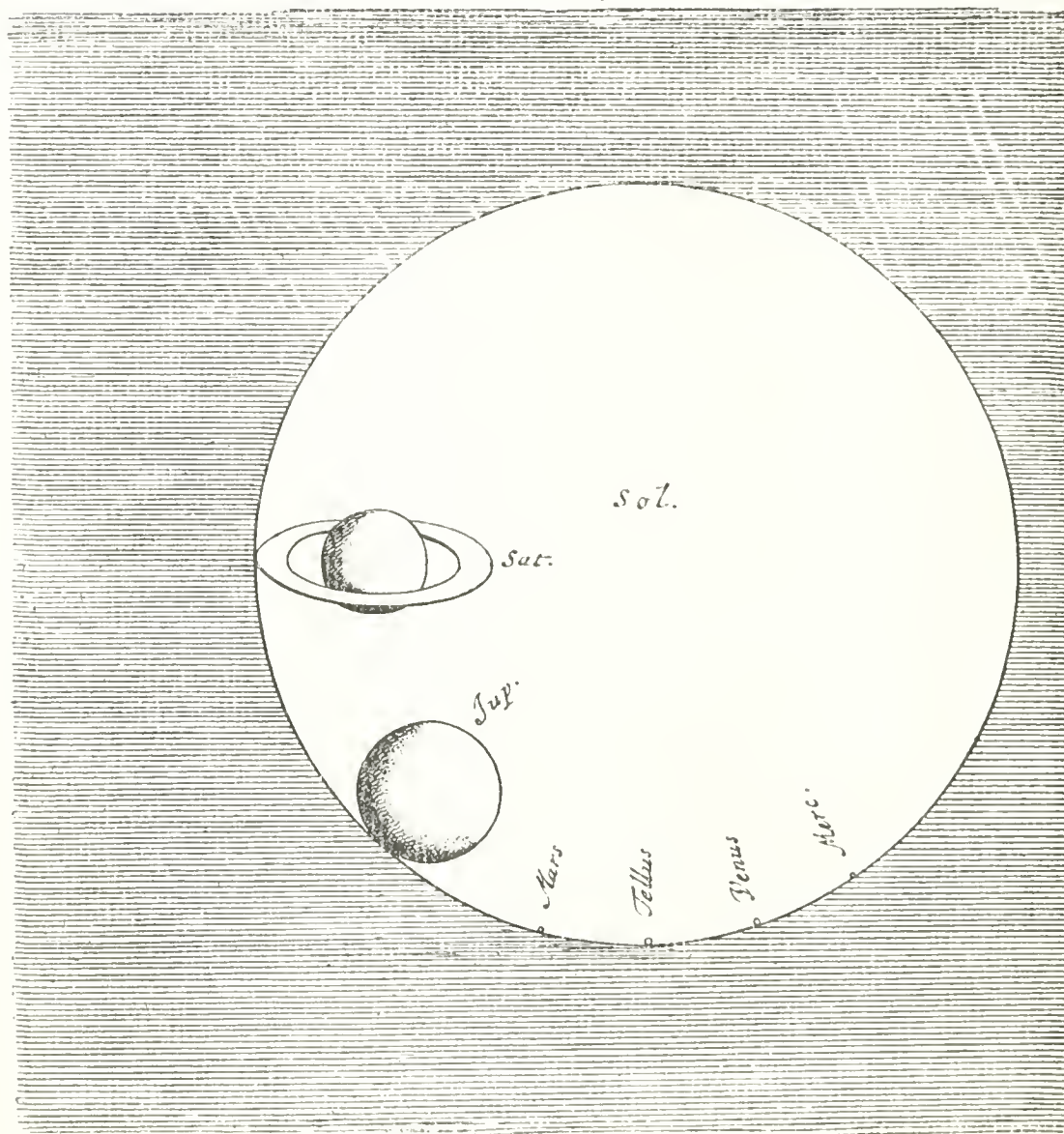
Hæc omnia vero ad Jovis & Saturni Lunas referuntur, quibus idem quod nobis Tellus est, sui sunt primarii Planetæ. Singula autem diei noctisque spatia simul sumpta, ^(p. 122.) cuiusque Lunæ periodus metitur, quas supra annotavimus. Quo sit ut Saturni quintam incolentibus, ^{Quod ad Jovis & Saturni Lunas facile transferre est.} ejus periodus dierum nostrorum erat 80, eveniant sui dies noctesque nostris quadraginta æquales. hisdem vero, propter Saturni revolutionem tricennem, sunt æstates hyemesque singulæ annorum nostrorum quindecim. Itaque tum propter tam longa frigora, tamque longos somnos vigiliaeque; etiamsi nil aliud esset, plane aliam quam apud nos vitam illic fore manifestum est.

Explicuimus igitur hæcenus, quæ ad Planetas primarios secundariosque Solem cir-

Description du
monde solaire sui-
vant ses véritables
dimensions.

mais tracée dans un plan fort ample et fort poli dont le contour extérieur, représentant l'orbite de Saturne, ait un rayon de trois cents soixante pieds. Plaçons ensuite sur cette circonférence le globe de Saturne avec son Anneau en grandeur telle qu'on le voit dans la deuxième figure [Fig. 151] où sont représentés les corps du Soleil et des Planètes. Plaçons de même les autres globes chacun en son orbite et au milieu d'eux tous le Soleil de la grandeur qu'il a dans la même figure, savoir avec un diamètre de quatre pouces. L'orbite de la Terre, que les Astronomes appellent *le grana orbe*, acquerra ainsi un rayon de trente-six pieds, dans laquelle il faut se figurer circuler une Terre pas plus grande qu'un grain de mil et son compagnon la Lune, à peine

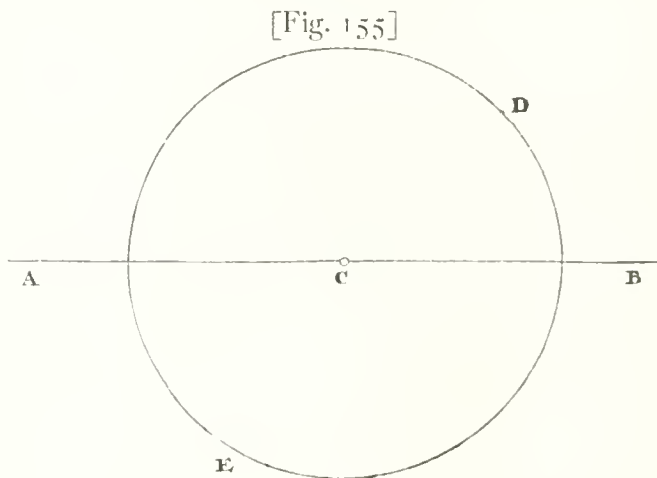
[Fig. 151]



cundantes spectant. Hinc vero priusquam ad Solem ipsum & stellas fixas, tertium nempe genus cœlestium corporum, pergamus, operæ pretium videtur, ut magnitudinem, ac magnificentiam totius Solaris mundi, aliqua ratione, atque evidentius quam hætenus factum sit, exprimamus. Quod quidem schemate in foliis hisce descripto haudquaquam possumus, propter parvitatem corporum Planetariorum ad vastissimas orbitas suas collatorum. Sed verbis supplebitur quod descriptione perfici nequit. Itaque repetitâ figurâ quam superioris libri initio posuimus, cogitetur ei similis ac proportionē respondens, sed quæ descripta sit in amplissima politissimaque aræ cuiusdam planitiæ, Pl. 123. Solaris mundi secundum veram proportionem descriptio.

supérieure à un point visible et se mouvant suivant une circonférence large d'un peu plus de deux pouces, comme dans la figure ci-jointe [Fig. 155]. La ligne AB y représente une partie de la circonférence qui constitue la dite orbite de la Terre et dont le rayon est de trente-six pieds. Le petit cercle C y est la Terre et DE la route de la Lune qui l'encercle, où le corpuscule de la Lune est tel qu'on le voit en D.

Quant à la Lune extérieure de Saturne, elle fera sa révolution en une circonférence à rayon de 29 pouces; et le satellite extérieur de Jupiter en une circonférence un peu plus petite, à savoir à rayon de $19\frac{1}{4}$ pouces.



C'est seulement de cette façon qu'on obtiendra une image vraie, où sont observées les véritables proportions du Palais ou Royaume Solaire dans lequel la Terre sera distante du Soleil de douze mille de ses diamètres. Si l'on veut avoir cette distance exprimée en milles, elle en comprendra plus de dix-sept millions, à savoir de milles Germaniques. Mais nous faisons peut-être mieux son amplitude en la mesurant par la vitesse d'un mouvement, à l'exemple du Poète Hésiode qui, dans le but de définir la hauteur du ciel et la profondeur du Tartare, qu'il estime égales l'une à l'autre, a écrit qu'une enclume de fer qu'on laisserait choir du ciel, après être tombée durant neuf jours et neuf nuits atteindrait la terre le dixième jour; et que dans le même espace de temps elle parviendrait de la surface de la Terre au Tartare ¹⁹⁾. Quant à nous, nous ne ferons pas usage de la chute d'une enclume mais plutôt de la vitesse constante d'un boulet de canon qu'on a trouvé par expérience parcourir environ cent

¹⁹⁾ *Opusculum*, vs. 720—725.

cujus extremus circulus, Saturni orbem referens, trecentos sexaginta pedes semidiametro contineat. In cujus deinde circumferentia globus Saturni cum suo ponatur Anulo, quantus in figura altera cernitur, ubi Solis & Planetarum sunt corpora. Ceterique similiter globi in sua quisque orbita collocentur; inque medio omnium Sol qua magnitudine ibi designatur, quatuor nempe pollicum diametro. Ita Telluris circuitus, quem *magnum orbem* vocant Astronomi, semidiametrum sortietur pedum triginta & sex. In quo Tellus ipsa milii grano non major circumferri cogitanda est; eique comes Luna, vix punctum visibile superans, in circello paulo plus quam duos pollices lato; velut in adscripto hic diagrammate. In quo linea AB circumferentiae partem refert ejus, quam diximus, Telluris orbitae, cujus triginta & sex pedes continet semidiameter. In ea Tellus est circellus C: Lunae vero circum eam via, circulus DE; in quo Lunae corpusculum quale ad D expressum est. (p. 124.)

Saturniarum vero Lunarum exterior in circulo feretur cujus semidiameter pollicum 29. Jovialium item exterior in minore aliquanto, cujus semid. poll. $19\frac{1}{4}$.

Sic demum habebitur germanus & omni proportionem perfectus solaris Regiae typus, in quo jam Tellus duodecim mille diametris suis à Sole aberit. Cujus spatii amplitudo si milliarium numero designanda sit, plus quam septemdecim milliones, ut vocant, milliarium Germanicorum comprehendet. Sed melius fortasse hanc vastitatem animo concipiemus, si motus cujusdam celeritate eam metiamur, Hesiodi Poetae exemplo; qui altitudinem caeli, & Tartari profunditatem aëquis spatiis definiens, novem dierum noctiumque lapsu, ferream incudem è caelo dimissam, ad terram decimâ pervenire scripsit; ac tanto quoque tempore è Terrae superficie cadentem ad Tartara ferri¹⁹). Nos vero non incudis lapsum sed continuam potius celeritatem globi ex majore tormento emissi huc adhibebimus; quem singulis horae secundis scrupulis, sive arteriae

toises de six pieds en chaque seconde ou battement de pouls, comme *Merfenne* nous l'apprend dans sa *Balistique*; tandis que le son dans le même temps parcourt cent quatre-vingts pieds.

L'immensité des intervalles entre le Soleil et les Planètes est illustrée par la comparaison avec le mouvement d'un boulet.

Je dis donc que si un boulet se meut continuellement avec cette grande vitesse de la Terre jusqu'au Soleil, il lui faudra presque 25 ans pour parcourir la dite distance. D'où résulte qu'il lui en faudra 125 pour parvenir au Soleil de Jupiter, et 250 pour y parvenir de Saturne. Ce calcul est basé sur la grandeur du diamètre de la Terre qui d'après les meilleures mesures françaises est de 6538594 toises Parisiennes, attendu qu'un degré d'un grand cercle en mesure 57060. On comprend par là quelles sont les dimensions de ces orbites et combien petit est par rapport à elles le globule de la Terre où nous exécutons tant de travaux, où nous naviguons tant et où nous faisons tant de guerres. Puissent nos Rois et Monarques apprendre cela et en tenir compte; afin qu'ils sachent de combien peu d'importance est ce qu'ils se proposent lorsqu'ils s'évertuent de toutes leurs forces, au grand mal de beaucoup d'hommes, à s'emparer de quelque coin de la terre. Mais revenons à nos spéculations et portons nos regards sur le Soleil, dont notre ample description a fait voir la grandeur tant par rapport aux Planètes qu'à leurs orbites.

Que pour le Soleil toute conjecture est en défaut.

Il n'a pas semblé impossible à quelques auteurs que sur le Soleil lui-même puissent vivre des animaux. Mais comme ici toute conjecture raisonnable fait défaut, plus encore que pour la Lune, j'ignore pour quelles raisons ils ont été de cet avis. En effet, il n'a pas encore été déterminé avec certitude si la matière de ce vaste globe est solide ou liquide; quoiqu'à cause de la nature de la lumière que j'ai expliquée ailleurs, la liquidité soit plus probable, laquelle est aussi suggérée par la parfaite rotondité du Soleil et l'égalité de la diffusion de la lumière sur toute sa surface. Car une faible inégalité paraissant à la circonférence du disque, laquelle on aperçoit, mais non pas toujours, à l'aide des télescopes, ce dont quelques personnes prennent occasion pour se figurer *des ondulations et des éruptions de flammes*, n'est autre chose qu'un tremblement de l'atmosphère de notre Terre, tremblement qui fait aussi scintiller les étoiles pendant la nuit. Je n'ai jamais, moi, pu voir ces facules que presque tous les auteurs commé-

Que les facules du Soleil paraissent incertaines.

morent en même temps que les taches, quoique j'aie souvent vu ces dernières; je doute fort si sur le Soleil il apparaît quelque chose de plus lucide que lui. En consultant des observations faites avec soin, je trouve que c'est seulement dans les ténébreosités qui entourent le plus souvent ces taches et parfois aussi se montrent seules, que des points plus brillants sont quelquefois aperçus, points dont il ne serait pas étrange si, à cause de l'obscurité avoisinante, ils paraissaient plus resplendissants qu'ils ne le sont en effet. On peut admettre avec certitude qu'il y a dans le Soleil une fort grande chaleur et ferveur, où rien de semblable à nos corps ne pourrait vivre ou même subsister un instant. Il faudrait donc se figurer un autre genre d'êtres vivants, fort différent de la nature de tous ceux que nous avons jamais vus ou pu nous imaginer. Ce qui équivaut presque à dire que nous ne pouvons ici nous approcher de la vérité en faisant des conjectures. Certes, un corps si éminent et si volumineux a sans doute été créé avec beaucoup d'a-

Qu'à cause de la chaleur il n'y vit aucun corps comparable au nôtre.

pulsibus, centum circiter hexapedas conficere experimentis compertum est, quæ in (p. 125). Balisticis Merfennus commemorat; cum sonus eo tempore ad centenas octogenas extendatur.

Aio igitur, si ex Terra ad Solem tanta illa celeritate globus continuè feratur, fere annos 25 esse infumpturum antequam iter hoc peragat. Ut proinde à Jove ad Solem 125 annis opus habeat, à Saturno 250. Et hic quidem calculus ex mensura Terræ diametri pendet, qui ex probatoribus Gallorum observationibus est hexapedarum Parisiensium 6538594. cum gradus unus circuli maximi efficiat hexapedas 57060. Quanta itaque sint istorum orbium spatia, quamque exilis, eorum respectu, Telluris globulus, in quo tam multa homines molimur, tantum navigamus, tot bella gerimus, ex his intelligitur. Quod utinam discant cogitentque Reges & Monarchæ nostri; ut sciant quantilla in re laborent cum de angulo aliquo terræ occupando totis viribus, magno multorum malo, contendunt. Sed ad nostra revertamur, ac de Sole videamus, cujus jam simul ad Planetas & eorum orbitas magnitudinem ampla illa descriptio, quam exposuimus, demonstrat.]

In hoc igitur ipso Sole non improbabile quibusdam visum est animalia vivere posse. (p. 126). Sed cum multo magis etiam, quam in Lunis, conjectura omnis hic deficiat, nescio quæ ratione id ita esse opinati sint. Non enim adhuc planè compertum est, utrum dura an liquida sit vasti illius globi materies; et si propter lucis naturam, quam aliàs explicui, magis verisimile sit liquidam esse; quod etiam perfecta rotunditas ejus, lumenque per totam superficiem æqualiter diffusum suadere videtur. Nam exigua quædam in disci circumferentia apparens inæqualitas, quæ telescopiis, nec tamen semper, cernitur, & ex qua miros *underum fluctus, flammarumque eructationes*, nonnulli sibi fingunt, nihil aliud est quàm vaporum prope Terram nostram tremula agitatio, quæ & stellas noctu scintillare facit. Neque ego faculas illas, quas unà cum maculis fere omnes celebrant, unquam videre potui, etsi has sæpius spectaverim; ac valde dubito an aliquid in Sole, ipso Sole lucidius appareat. Invenio enim, fideliores observationes consulens, non nisi in nubeculis illis subfuscis, quæ maculas plerumque circundant, aliquando solæ feruntur, puncta quædam clariora interdum notari, quæ non mirum esset, propter obscuritatis illius viciniam, splendidiora quam sint videri. Summum quidem in Sole calorem, fervoremque esse, certo credendum est, in quo nihil omnino nostrorum corporum simile vivere possit, aut momento superesse. Itaque aliud genus viventium animo concipiendum esset, longeque ab omni natura eorum quæ unquam vidimus, aut cogitavimus, diversum. Quod fere idem est ac si dicamus nihil hic conjectando nos consequi posse. Est quidem tam præstans, tantæque molis corpus haud dubiè ma-

Immensitas intervallo-
rum inter So-
lem & Planetas,
illustratur com-
paratione cum motu
globi & tormento
emissi.

In Sole omni-
um conjecturam deli-
cere.

Faculas Solares
incertas videri.

(p. 127).

Propter calorem
nulla illic vivere
corpora nostris
similia.

propos et pour un insigne but. Mais son utilité ne paraît-elle pas déjà abondamment dans cet admirable rayonnement de lumière et de chaleur sur tout le groupe des Planètes qui l'entourent, rayonnement qui non seulement rend possible la vie de tout le genre animal mais contribue aussi à la rendre agréable? Et ceci non seulement dans le cas des petites Planètes comme notre Terre, mais aussi dans celui des globes tant de fois plus grands de Jupiter et de Saturne dont les dimensions, comparées à celle du Soleil, ne sont pas méprisables. Ces choses sont si importantes qu'il ne serait pas étonnant si le Soleil avait été créé pour ce but. Je ne puis me rendre — pour les raisons que je développerai plus loin — à l'opinion de Kepler d'après lequel un autre office aussi lui incomberait, savoir celui de maintenir le mouvement de toutes les Planètes environnantes dans leurs orbites par sa conversion sur son axe, ce que dans son *Epitome* du système Copernicain Kepler tache d'étayer par beaucoup d'arguments.

Que les étoiles fixes sont autant de Soleils.

Avant l'invention du Télescope la thèse que le Soleil est une des étoiles fixes semblait être en désaccord avec le sentiment de Copernic pour la raison suivante. Comme les étoiles dites de première grandeur étaient censées avoir des diamètres de trois secondes et qu'elles sont d'autre part suivant Copernic si éloignées que le grand Orbe parcouru par la Terre n'est pour ainsi dire qu'un point en comparaison de la sphère des fixes, attendu que, quoique la Terre change continuellement de position durant toute l'année, les distances des étoiles ne changent pas visiblement; il s'ensuivait que celles qui paraissent plus brillantes que le reste sont plus grandes que des sphères de même rayon que le grand Orbe; ce qui était absurde. C'était là la principale objection de Tycho Brahé contre la doctrine de Copernic. Mais lorsque les Télescopes faisaient disparaître les rayons astraux qui apparaissent à l'oeil nu (ce qu'ils sont le mieux lorsque la lentille oculaire est légèrement enduite de suie) et ne représentaient donc plus les étoiles que comme des points brillants, cette difficulté a été entièrement levée. Rien n'empêche donc désormais de considérer ces étoiles comme autant de Soleils. Et cette thèse est rendue encore plus probable par le fait qu'elles luisent de leur propre lumière; en effet, leur distance est si grande qu'elles ne peuvent aucunement l'emprunter au Soleil. Rien ne nous défend de croire qu'en général elles ne sont pas plus petites que le Soleil, puisqu'elles nous envoient une si vive lumière de si loin. C'est bien là à cette heure l'opinion commune des adhérents du système de Copernic; lesquels admettent aussi à bon droit que ces étoiles ne se trouvent pas toutes en une même surface sphérique, d'abord puisqu'aucune raison ne milite en faveur de cette thèse, en second lieu puisque le Soleil qui est l'une d'elles ne peut être dit s'y trouver: qu'il est donc plus véritable qu'elles soient disséminées par de vastes espaces célestes et qu'autant de distance il y a de la Terre ou du Soleil aux plus proches, autant il y en ait aussi en moyenne de celles-ci aux suivantes, et de ces suivantes à d'autres en une continuelle progression.

Qu'elles sont disséminées dans de vastes régions du ciel et éloignées les unes des autres autant que le sont du Soleil les plus proches.

Contre Kepler: que le Soleil n'occupe pas parmi elles une place éminente.

Je fais que Kepler, dans l'*Epitome* déjà nommée, est d'un autre avis. En effet, quoique suivant lui les étoiles soient disséminées par toute la profondeur du ciel, il veut pourtant que notre Soleil ait autour de lui un beaucoup plus grand espace, pour

xima ratione, ac propter insignem usum aliquem creatum. Sed an non apparet jam abunde utilitas ejus in mirabili illa lucis calorisque in totum Planetarum circumstantium chorum effusione; ex qua universo animantium generi non vita solum constat, sed & jucunda ut sit elicitor? Idque non in exiguis solum, qualis Tellus nostra, sed & in tanto majoribus Jovis & Saturni globis, quorum non est contemptibilis ad Solem collata magnitudo. Hæc quidem tanta sunt ut nihil mirum sit eorum gratia duntaxat Solem esse conditum. Nam quod Keplerus opinabatur, aliud quoque illi delegatum (p. 128) esse munus, ut nempe omnium circum ambientium Planetarum motus in suis orbibus incitaret, propria sua circa axem conversione, quod in Epitome systematis Copernicei multis comprobare conatur, non possum assentiri, propter ea quæ in sequentibus dicentur.

Solem ex stellis inerrantibus unam esse, ante Telescopii inventionem, adversari videbatur Copernici sententiæ; quia cum stellæ, quæ dicuntur primæ magnitudinis, censerentur trium scrupulorum diametro, essentque secundum Copernicum tam procul remotæ, ut totus ille Orbis magnus, quo Terra defertur, velut puncti instar esset ad sphaeram aflixarum comparatus; quandoquidem toto anni tempore, etsi locum Terra mutaret, nihil mutari cernerentur stellarum distantia; sequebatur singulas earum, quæ cæteris clariores apparent, majores esse toto illo magni orbis ambitu: quod absurdum erat. Atque hoc, ut palmarium contra Copernici doctrinam argumentum, Tycho Braheus objectabat. Sed postquam radios stellarum nudo visu apparentes, Telescopia sustulerunt; | (quod ita optime faciunt, si lens oculo proxima flammæ afflatu obscoretur) atque ita haud aliter eas ac puncta lucentia spectandas præbuerunt; prorsus sublata quoque est ea difficultas, nec quidquam jam impedit quo minus stellæ istæ pro totidem Solibus habeantur. Idque eo probabilius redditur, quod constet propria luce sua eas lucere: tanta enim est distantia, ut à Sole illam mutuari nequaquam possint. Singulas vero Sole minores non esse nihil credi vetat, cum ex tam immenso intervallo tam vividum lumen fundant. Hanc itaque sententiam nunc passim tenent qui Copernici systema amplectuntur. Qui recte quoque hoc statuunt, non in una eademque superficie hæreere stellæ istas; tum quod nulla ratio hoc suadeat, tum quod in eandem sphaeram Sol, qui earum una est, referri nequeat. Itaque veriùs esse spargi eas per vasta cæli spatia, quantumque à Terra aut Sole ad proximas interjacet. tantum circiter ab his esse ad sequentes, atque inde rursus ad alias, continuo progressu.

Scio etiam hic aliud sentire Keplerum, in ea, quam diximus, Epitome. Quamquam enim existimet tota cæli profunditate stellæ | disseminatas esse, vult tamen Solem hunc nostrum multo amplius spatium circa se habere, quasi sphaeram vacuum, supra quam

Stellas fixas totidem esse Soles.

(p. 129).

Eas spargi per vasta cæli spatia, & alias ab aliis, ut proximas à Sole removeri.

(p. 130).

Nec Solem præ cæteris eminere contra Keplerum notatur.

aini dire une sphère vide, au-dessus de laquelle commence un ciel plus abondamment parfémé d'étoiles. Il pensait que s'il en était autrement, le chiffre des étoiles qui nous apparaissent ferait peu élevé et que celles-ci présenteraient des différences de grandeur fort marquées: *car comme les plus grandes de toutes paraissent si petites que leurs dimensions peuvent à peine être notées ou mesurées avec des instruments, et que celles qui sont deux ou trois fois plus distantes paraissent nécessairement deux ou trois fois plus petites, en supposant les véritables grandeurs égales, et qu'on vient ainsi bientôt à des étoiles inapercevables, il en résulte que nous ne pourrions voir que fort peu d'étoiles et que celles-ci seront de grandeurs fort diverses* ²⁰); tandis qu'au contraire nous en observons plus de mille, et que leurs grandeurs ne sont point fort diverses. Mais de ceci ne résulte nullement la conclusion qu'il en tire; il s'est surtout trompé en ne pas remarquant que la nature des feux et de la flamme est telle qu'ils peuvent être aperçus de fort grandes distances, des distances auxquelles d'autres corps, vus sous des angles également petits, sont absolument invisibles. Ce que démontrent déjà les lanternes allumées de nuit dans les rues de nos villes. Quoique les réverbères qui se suivent soient distants entre eux d'une centaine de pieds, on peut cependant en compter vingt et davantage en une série continue, bien que la flamme de la vingtième lanterne soit vue sous un angle d'à peine 6 secondes. C'est ce qui doit arriver bien plus dans le cas de la brillante lumière des étoiles, de sorte qu'il n'y a rien d'étonnant à ce qu'on puisse en apercevoir à l'œil nu mille ou deux mille, et qu'en se servant de Télescopes ou en voie vingt fois davantage. Mais sous cette argumentation se cachait une autre raison pour laquelle Kepler désirait pouvoir considérer le Soleil comme un objet éminent au-dessus des autres étoiles, comme seul dans la Nature pourvu d'un système de Planètes, et comme situé au milieu du monde. En effet, il avait besoin de ceci pour confirmer son mystère Cosmographique par lequel il voulait faire correspondre les distances des Planètes au Soleil, suivant de certaines proportions, aux diamètres des sphères inscrites et circonscrites aux polyèdres d'Euclide. Ce qui ne pouvait sembler vraisemblable que s'il n'existait au monde qu'un seul groupe d'astres errants et que par conséquent le Soleil était le seul représentant de son espèce.

Mais tout ce mystère, bien considéré, ne paraît être qu'un songe né de la philosophie de Pythagore ou de Platon. Les proportions aussi n'y sont pas tout-à-fait conformes à la réalité, comme l'auteur lui-même l'avoue; pour expliquer cette divergence, il invente d'autres causes entièrement frivoles. C'est par des arguments de moins de poids encore qu'il prouve la sphéricité de la surface extérieure du monde laquelle est dite contenir toutes les étoiles; et qu'il établit que le nombre de ces dernières est nécessairement fini en se basant sur le fait que ceci est vrai pour la grandeur de cha-

²⁰ Citation de la Pars Secunda du Lib. I de l'Építome.

confertius stellis etelum incipiat. Putabat enim alioqui futurum ut paucae tantum stellae numerarentur nobis, eaque summa magnitudinis diversitate: *nam cum omnium maximae tam appareant parvae, ut vix instrumentis possint notari aut mensurari, consequens esse ut quae duplo aut triplo &c. distarent longius, duplo & triplo appareant minores, positis aequalibus ipsis veris magnitudinibus; citoque veniatur ad eas quae penitus fiant insensibiles: atque ita paucissimas visum iri stellas, easque in maxima differentia²⁰*; cum contra amplius quam mille observentur, nec magnitudine ita multum diversae. Sed ex his nequaquam id quod ille intendit evincitur; ac praecipue in eo deceptus fuit, quod non advertit ignium, & flammæ eam esse naturam, ut ex maximis intervallis cerni possint, iisque unde alia corpora, aequè exiguis angulis comprehensa, prorsus evanescant. Quod vel lucernæ comprobant, quæ per urbium nostrarum vicos noctu incenduntur. Quæ cum ad centenos pedes inter se distent, tamen earum viginti & plures, in continua serie magis magisque remotas, numerare licet, et si vicefimæ flammula vix 6 secundorum scrupulorum angulo conspiciatur. Idem (p. 131.) vero multo magis fieri necesse est in eximia illa stellarum luce; adeo ut nihil mirum sit, ad mille aut duo millia earum, oculis notari posse; Telescopiis vero adhibitis, etiam vigeuplo plures deprehendi. Sed suberat ratio, cur Keplerus Solem præ reliquis stellis præcipuum quid habere cuperet; circumque eum esse unicum, in Natura, Planetarum systema, idque mundi medio situm. Hisce nimirum opus habebat ad confirmandum mysterium Cosinographicum suum, quo certis quibusdam proportionibus respondere volebat Planetarum à Sole distantias dianetris sphaerarum, quæ corporibus polyedris Euclideis inscribuntur & circumscribuntur singulis. Quod tum demum verisimile videri poterat, si in mundo universo unus tantum esset circa Solem aberrantium fiderum chorus, adeoque & Sol ipse solus sui generis.

Sed mysterium illud totum, si bene perpendatur, somnium quoddam ex Pythagoræ aut Platonis Philosophia enatum esse apparet. Nec proportionibus satis quadrant, ut ipse quoque auctor agnoscat; sed, cur hoc ita sit, alias causas plane frivolas comminiscitur. Idem levioribus etiam argumentis probat extremam mundi superficiem, stellas omnes continentem, sphaericæ esse figuræ; ac numerum præterea earum necessariò esse finitum, ex eo quod singularum finita sit magnitudo. Illud vero vanissimum, quod à Sole, ad superficiem cavam sphaeræ fixarum, definit spatium sexies centena millia

cune d'elles. Sa conclusion la plus extravagante c'est que la distance du Soleil à la surface concave de la sphère des fixes serait de six cent mille diamètres de la Terre: pour cette raison que le diamètre de l'Orbite de Saturne serait à celui de la surface intérieure de la sphère stellifère comme le diamètre du Soleil est à celui de la dite Orbite (c. à. d. suivant lui comme 1 est à 2000), ce qui ne s'appuie sur rien. Il est étonnant que de telles idées soient venues de cet Homme si génial, qui fut le grand instaurateur de l'Astronomie. N'hésitons pas, nous, à admettre avec les principaux Philosophes de notre temps que la nature des étoiles et celle du Soleil est la même.

Que rien n'empêche de croire qu'à l'entour de chacune des fixes, de même qu'à l'entour du Soleil, existent des Planètes.

D'où résulte une conception du monde beaucoup plus grandiose que celle qui correspond aux vues antérieures plus ou moins traditionnelles. Car qu'est-ce qui empêche maintenant de penser que chacune de ces étoiles ou Soleils a des Planètes autour de lui tout comme le nôtre, et que ces Planètes à leur tour sont pourvues de Lunes? Voici une raison péremptoire pour croire qu'il en est ainsi: en nous plaçant en esprit dans les régions célestes à une distance non moins grande du Soleil que des étoiles fixes, nous n'apercevons aucune différence entre ces dernières et lui. Car il est absolument impossible que nous pourrions voir les corps des Planètes circulant autour du Soleil, tant à cause de leur bien faible lucidité que par le fait que toutes leurs orbites sembleraient se confondre avec le Soleil en un même et unique point brillant. Placés au lieu indiqué nous estimerions à bon droit que la façon d'être et la nature de toutes les étoiles est la même, et nous n'hésiterions pas de conclure d'une seule regardée de plus près à toutes les autres. Mais maintenant nous sommes, par la grâce de Dieu, dans le voisinage d'une d'elles, savoir de notre Soleil; et la distance est si courte qu'autour de lui nous voyons tourner six globes plus petits et autour de quelques-uns d'entr'eux d'autres globes secondaires. Pourquoi ne ferions-nous pas usage, en cette circonstance, du jugement porté plus haut et n'estimerions-nous pas fort vraisemblable que cette étoile n'est pas seule accompagnée d'une pareille famille ni en général plus excellente que les autres? Que par exemple elle ne tourne pas seule autour de son axe, mais qu'il en est de même d'elles toutes? Poursuivant ce raisonnement il faudra admettre qu'aux innombrables Planètes appartenant à tant de milliers de Soleils revient aussi tout ce que nous avons dit, à l'image de notre Terre, se trouver généralement sur les Planètes circulant autour du nôtre. Là aussi il y aura des plantes et des animaux, parmi lesquels des êtres raisonnables observant avec curiosité et admiration l'étendue céleste et ses astres et comprenant quels sont leurs mouvements, possédant donc aussi toutes les choses sans lesquelles nous avons fait voir plus haut qu'ils ne pourraient être astronomes.

Combien admirable et étonnante est donc l'amplitude et la magnificence du monde tel que nous devons le concevoir. Tant de Soleils, tant de Terres, et chacune d'elles parée de tant d'arbustes, d'arbres, d'animaux, ornée de tant de mers et de tant de montagnes. Notre admiration sera plus grande encore si nous nous souvenons de ce qu'aux dites considérations a été ajouté plus haut sur la distance des fixes et sur leur multitude.

Terræ diametrorum. Quoniam scilicet, sicut Solis diameter ad diametrum Orbitæ Saturni; quos inter se esse statuit ut 1 ad 2000; ita sit hic diameter ad illum sphaeræ fixarum interioris; quod nulla ratione nititur. Atque hæc quidem Viro summi ingenii, magnoque Astronomiæ instauratori excidisse mirum est. Nos vero unà cum præcipuis nostræ ætatis Philosophis, ne dubitemus eandem stellarum earum & Solis naturam existimare. Ex quo jam mundi idea multo major nascitur, quam quæ ex hætenus traditis percipiebatur. Quid enim nunc prohibet, quin unamquamque ex stellis hisce, five Solibus, haud aliter ac Sol noster, circum se Planetas habere putemus, quæ rursus suis Lunis stipatæ sint? Imo hoc ita se habere, manifesta ecce ratio suadet. | Etenim si cogitatione in cœli regionibus nos ponamus, non minus à Sole, quàm fixis stellis, remotos; nihil quicquam discriminis hæc inter atque illum tunc esse animadverturi. Longè enim abest ut corpora Planetarum, Solem ambientium, conspекturi simus, vel ob tenuissimam eorum lucem, vel quod universæ, quibus feruntur, orbitæ in unum idemque lucidum punctum cum Sole confunderentur. Hic igitur positi, merito eandem omnium stellarum rationem naturamque esse existimaremus; & ex una, propius inspecta, de cæteris quoque judicari posse nihil ambigeremus. At nunc Dei benignitate, ad unam ex ipsis, Solem videlicet nostrum, admoti sumus, ac tam prope accessimus, ut circum eam sex minores globos converti cernamus; & circa horum quosdam, alios obire secundarios. Cur itaque non eo judicio nunc utamur; ac prorsus verisimile putemus non solam hanc stellam tali comitatu cingi, aut aliqua in re cæteris præminere? Neque etiam solam circum axem suum converti; sed potius cæteras omnes eadem hæc similia habere? Ergo hac ratione etiam cuncta illa quæ in Planetis circumsolaribus inesse, | ad Terræ nostræ similitudinem disseruimus, consentaneum erit, ut ad innumeros Planetas alios, tot mille Solibus additos, æquè pertinere credamus. Eruntque & illic stirpes & animalia, atque etiam ratione instructa, quæ cœli convexa mirentur, & sidera observent, motusque eorum intelligant; arque omnia denique habeant, sine quibus neque hæc haberi posse supra ostendimus.

Quam mirabilis igitur quamque stupenda mundi amplitudo & magnificentia jam mente concipienda est. Tot Soles, tot Terræ, atque harum unaquæque tot herbis, arboribus, animalibus, tot maribus, montibusque exornata. Et erit etiam unde augeatur admiratio, si quis ea, quæ de fixarum stellarum distantia & multitudine hisce addimus, perpenderit.

Nihil impedire quominus credamus circa unamquamque ex fixis, ut circa Solem, esse Planetas.

(p. 133).

(p. 134).

Telle est en effet cette distance qu'en comparaison avec elle celle qui sépare le Soleil de la Terre, laquelle contient douze mille diamètres terrestres, doit être estimée fort petite. C'est ce qui appert par plus d'une raison. Entre autres par la suivante. Lorsqu'on détermine le lieu de deux étoiles fort voisines l'une de l'autre et différant beaucoup en clarté, par exemple de celles situées au milieu de la double queue du grand Ourse, aucun changement de leur intervalle apparent ne peut être remarqué à quelque époque de l'année qu'on les observe, quoiqu'un tel changement résulte nécessairement du changement du point de vue du spectateur parcourant l'Orbe annuel : celui-ci doit produire une certaine parallaxe si, comme on doit bien le croire, l'étoile la plus lumineuse est plus proche que l'autre. Mais ceux qui, avant nous, ont taché de mesurer ainsi cette immense distance n'ont pu conclure rien de certain à cause de la trop grande subtilité, dépassant toute diligence possible, des mesures nécessaires. Il m'a donc semblé, à moi, qu'il ne restait qu'une seule voie pour arriver du moins à un résultat vraisemblable dans une matière si ardue.

Méthode pour de
terminer avec
vraisemblance la
distance des fixes
au Soleil.

Voici l'explication de ma méthode. Attendu que les étoiles, comme nous l'avons déjà dit, sont autant de Soleils, si nous considérons quelque'une d'entre elles comme égale au nôtre, sa distance à notre Soleil sera d'autant plus grande que son diamètre apparent sera inférieur au sien. Mais les étoiles paraissent si petites, même celles de la première grandeur, et même vues par le Téléscope, qu'elles ne se présentent que comme des points brillants sans largeur visible. D'où résulte que par de pareilles observations aucune mesure de leurs distances ne peut être obtenue. Vu que cette méthode ne pouvait avoir du succès, j'ai cherché un moyen de diminuer le diamètre du Soleil de telle manière qu'il n'envoyât à l'œil pas plus de lumière que Sirius ou quelque'autre des étoiles les plus lumineuses. À cet effet j'ai fermé de nouveau, comme plus haut, l'une des deux ouvertures d'un tuyau vide long de douze pieds par une mince plaque au milieu de laquelle j'ai fait un trou si petit que son diamètre ne surpassât pas la douzième partie d'une Ligne, autrement dit la cent quarante quatrième partie d'un ponce. J'ai tourné ce côté-là du tuyau vers le Soleil en approchant l'œil de l'autre ; j'apercevais ainsi une particule du Soleil dont le diamètre était au sien comme 1 est à 182. Mais je trouvai cette particule beaucoup plus brillante que Sirius tel que cet astre nous apparaît la nuit. Ayant donc constaté que le diamètre du Soleil doit être diminué beaucoup davantage, j'obtins cette diminution en introduisant dans un trou de la plaque un très petit globule de verre du même diamètre qu'avait auparavant le premier trou, globule dont je m'étais ci-devant servi pour mes microscopes. Lorsque je regardai ainsi le Soleil, la tête enveloppée de toutes parts pour que la lumière du jour ne troublât pas l'observation, sa clarté ne me parut pas inférieure à celle de Sirius. Or, faisant un calcul d'après les lois de la Dioptrique, je trouvai que le diamètre du Soleil était devenu $\frac{1}{152}$ de cette particule $\frac{1}{182}$ que j'avais vue la première fois par mon petit trou. Le produit de $\frac{1}{152}$ et $\frac{1}{182}$ est $\frac{1}{27664}$. Lors donc que le diamètre du Soleil est réduit à ce point, ou bien qu'il est éloigné à une si grande distance, que ce diamètre n'est plus que le $\frac{1}{27664}$ de celui que nous apercevons au firmament (car

Tantam igitur esse distantiam hanc, ut quæ Solem Terramque interjacet, Terræque diametrorum duodecim millia continet, ei comparata, exilis plane habenda sit, non una ratione constat: atque hæc inter cæteras, quod si proximæ quædam inter se stellæ notentur, quæ claritate plurimum differunt; velut in media caudæ, (quæ duplex est) Ursæ majoris; nulla apparentis intervalli earum mutatio animadvertitur, p. 135. quocunque anni tempore spectatarum; quod tamen fieri necesse esset, propter diversas visus positiones per annui Orbis ambitum, orireturque parallaxis aliqua si, ut consentaneum est, propior sit stella quæ lucidior apparet. Qui autem ante nos definiendi tam vasti spatii rationem inierunt, nihil certi comprehendere potuerunt, propter nimiam observationum necessariarum subtilitatem, quæque omnem diligentiam superet. Itaque mihi unica hæc via superesse visa est, quam nunc insistant, qua saltem verisimile quid in re tam exploratu ardua consequamur. Cum ergo stellæ ut jam diximus, totidem sint Soles; si earum aliquam Soli æqualem esse sumamus, erit illius tanto major quam Solis distantia, quanto apparens diameter diametro Solis minor erit. Sed tam exiguæ apparent stellæ, etiam quæ primæ sunt magnitudinis, atque etiam Telescopio spectatæ, ut veluti puncta lucentia sine visibili latitudine refulgeant. Quo sit ut ejusmodi observationibus nulla earum mensura deprehendi possit. Cum itaque hæc non succederet, tentavi qua ratione Solis diameter ita imminuere possem ut non majorem lucem quam Sirius, aut aliud è clarioribus sideribus, ad oculum mitteret. Ergo oclusi rursus, ut supra, tubi duodecimpedalis vacui aperturam alteram lamella tenuissima, cujus medio tam exiguum effeci foramen, ut Lineæ partem duodecimam non superaret, si-
ve pollicis centesimam quadragesimam quartam. Hunc tubum ea parte ad Solem obverti; altera oculo admovi; qui tunc particulam Solis cernebat, cujus diameter, ad totius diametrum, erat ut 1 ad 182. Sed eam particulam multo clariorem comperiebam, quàm noctu Sirius apparet. Itaque cum longè magis arcandum Solis diametrum viderem, id ita effeci, ut, in perforata ejusmodi lamina, vitreum globulum objicerem minutissimum, pari circiter diametro ac prius illud foramen habebat; quo globulo ad microscopia antehac usus fueram. Ita per tubum in Solem intuenti, contecto undique capite, ne quid diei lux turbaret, non minor ejus claritas quam Sirii videbatur. Atqui, ex Dioptrices legibus instituto calculo, fiebat jam Solis diameter $\frac{1}{182}$ ejus particulæ centesimæ octogesimæ secundæ, quam, per foramen exiguum, prius conspexeram. p. 136. Ductis autem in se $\frac{1}{182}$ & $\frac{1}{882}$, sit $\frac{1}{160564}$. Ergo eousque contracto Sole, vel eousque remoto, (erit enim effectus idem) ut diameter ejus sit $\frac{1}{160564}$ ejus, quem in cælo in-

Modus probabiliter investigandi distantiam fixarum a Sole.

p. 137.

l'effet fera identiquement le même), il lui reste une lumière non inférieure à celle de Sirius. Le rapport de la distance du Soleil ainsi éloigné en esprit à celle qu'il a maintenant sera nécessairement de 27664 à 1, et son diamètre surpassera 4" de bien peu. Par conséquent, si nous supposons Sirius son égal, il s'ensuit que le diamètre de Sirius est du même nombre de tierces et que le rapport de sa distance à celle qui nous sépare actuellement du Soleil est encore une fois de 27664 à 1. Combien cette distance est incroyablement grande, c'est ce qui nous apparaîtra en faisant usage de la représentation qui nous a déjà servi dans le cas de celle de notre Terre au Soleil: tandis que, pour parcourir cette dernière, un boulet avait besoin de 25 ans, en se mouvant continuellement avec sa vitesse initiale, il faudra maintenant multiplier par 27664 ce nombre 25 ce qui donne 691600, de sorte qu'il faudra près de sept cent mille ans au boulet, pourtant si rapide, pour atteindre les étoiles fixes les plus rapprochées. Or, lorsque par une nuit sereine nous tournons les yeux vers les étoiles et que nous nous en tenons à ce que ces organes nous dictent, nous nous figurons qu'elles ne sont que de quelques milles au-dessus de notre tête. Ce n'est encore que sur les plus proches que j'ai institué cet examen. Et même si nous admettons, conformément à ce qui a été dit, que d'autres, situées dans les parties ultérieures du ciel, sont si éloignées que leurs distances des plus proches sont égales à celles de ces dernières au Soleil, combien grande sera encore l'immensité du reste! À l'œil nu on voit plus de mille étoiles, avec les télescopes dix ou vingt fois davantage; mais comment pourra-t-on connaître ou définir la multitude des étoiles ultérieures qu'on ne peut pas atteindre même en se servant du dit auxiliaire? Et quel nombre doit être appelé trop grand, eu égard à la puissance de Dieu? Songeant souvent à ce sujet, il m'a semblé que nos calculs ne s'occupent encore que des premiers commencements des nombres, vu que dans leur série infinie il s'en trouve qui, dans notre système décimal, ne s'écrivent pas seulement par vingt ou trente, ni même par cent ou mille chiffres, mais qui consistent en autant d'eux que serait le nombre de grains de sable que peut contenir tout le volume de la Terre. Qui oserait dire que la multitude des étoiles inerrantes n'est pas supérieure à un tel nombre? En vérité, on est allé beaucoup plus loin en disant que ce nombre est infiniment grand, comme l'ont fait quelques Anciens, et aussi Giordano Bruno qui pense avoir établi cette infinité par plusieurs arguments, lesquels, à mon avis, sont cependant peu solides. Je suis pourtant d'avis que le contraire ne peut pas non plus être démontré par des raisons évidentes. Ce qui est certain, c'est que l'espace de la nature universelle est de tous les côtés infiniment étendu. Mais rien n'empêche de se figurer qu'en dehors d'une région déterminée parsemée d'étoiles Dieu ait créé d'innombrables choses d'une nature différente, également éloignées de nos pensées et du lieu de nos demeures.

Que s'il n'a pas créé un nombre infini d'étoiles mais a laissé en-dehors d'elles un espace vide infini, de sorte que ce tout dont il a voulu l'existence ne soit pour ainsi dire rien en comparaison de ce que son omnipotence eût pu produire? Je n'ai garde de poursuivre cette inquisition et l'étude si difficile de l'infini, pour qu'un nouveau

tuemur, superest illi lux quæ Sirii luci non cedat. Solis vero eousque remoti distantia erit necessario, ad eam quam nunc habet, ut 27664 ad 1 : & diameter paulum excedet 4 scr. tertia. Itaque cum æqualis ei Sirius ponatur, sequitur Sirii quoque diametrum totidem esse ejusmodi scrupulorum; distantiamque itidem, ad eam qua à Sole absumus, ut 27664 ad 1. Quod quàm incredibile sit intervallum, apparebit eadem ratione, quam in æstimanda Solis distantia adhibuimus. Nam si 25. annis opus habebat tormenti bellici globus, continua velocitate, quanta exploditur, incedens, ut à Terra ad Solem perveniret; jam numerus 27664 vices quinquies ducendus est, atque ita fiunt 691600, adeo ut penè septingenta annorum millia insumpturus sit globus, in tanta celeritate sua, priusquam ad proximas stellarum inerrantium perveniat. Atque ad has stellas serena nocte oculos circumferentes, quantum horum iudicio comprehendere possumus, vix aliquot milliaribus supra verticem eas exstare putamus. Quæsi vero de proximis (p. 138.) tantum. Cæteræ enim cum, ut jam diximus, iis spatiis in ulteriora cæli recedant, ut non minora sint deinceps à propioribus ad sequentes, quàm à Sole ad istas, quanta immensitas superest! Si enim plures quàm mille, nudo visu notantur; telescopiis verò decuplo aut vigecuplo amplius; quomodo sciri potest aut definiri, quanta sit multitudo ulteriorum, quas neque hoc auxilio attingere licet: aut quis numerus nimis magnus dicendus est, si ad Dei potentiam spectemus? Etenim, sæpe hæc cogitanti mihi, in mentem venit, tantum in primis numerorum exordiis calculos omnes nostros versari. Esse enim in serie eorum infinita, qui non tantum viginti aut triginta, aut centum, aut mille notis scribantur in progressionem nostram denaria; sed qui tot caracteribus constent, quot arenæ grana in tota Telluris mole continerentur. Quis verò dicere audeat tali numero non majorem esse multitudinem stellarum inerrantium? Nam longè ulterius progressi sunt, qui infinitam esse dixerunt; ut Veterum aliqui, atque etiam Jordanus Brunus; qui pluribus argumentis hoc se evicisse putat, sed, ut mihi videtur, parum firmis. Nec tamen contrarium quoque perspicuis rationibus probari posse existimo. Illud constat, spatium naturæ universæ infinitè undique protendi; at nihil obstat, quin, ultra definitam stellarum regionem, res alias innumeras Deus effecerit, à cogitationibus nostris, æque, ac sedibus, remotas.

Quid si verò nec innumeras quidem condidit, sed ultra eas vacuum reliquit infinitum; ut totum illud, quod exstare voluit, veluti nihil sit præ iis quæ producere ejus omnipotentia potuisset? Sed ulteriorem horum inquisitionem, totamque illam de infinito difficillimam disputationem persequi omitto, ne ad tot maximarum rerum com-

labeur ne vienne s'ajouter à celui qui nous a conduits à la compréhension de tant de choses fort importantes. Je n'ajouterai encore que ce qui suit pour qu'on voie quelle est notre opinion sur l'espace total du monde, pour autant qu'il est parsemé de Soleils ou étoiles fixes, autour de chacun desquels nous avons fait voir plus haut que sont probablement groupés des systèmes planétaires.

Que chaque Soleil est entouré d'un tourbillon, mais bien différent des tourbillons cartésiens; contre lequel il est ici disputé par plusieurs arguments.

J'estime donc que chaque Soleil est entouré d'un certain tourbillon de matière en mouvement rapide, mais que ces tourbillons sont beaucoup différents des tourbillons cartésiens, tant par rapport à l'espace qu'ils occupent que par le mode du mouvement de leur matière. En effet, chez Descartes l'amplitude des tourbillons est si grande que chacun d'eux touche les autres tourbillons avoisinants, rencontrant chacun d'eux suivant une surface plane, comme il en est lorsque les enfants soufflent des grappes de bulles d'eau de savon. Il veut en outre que toute la matière de chaque tourbillon se meuve, en tournant, en un seul sens. Il faudrait pourtant admettre que ce mouvement n'est pas médiocrement gêné par la surface anguleuse des tourbillons. En second lieu, comme ce mouvement est tel que toute la matière circule pour ainsi dire autour de l'axe d'un cylindre, il se présente après coup pour lui une bien grande difficulté lorsqu'il essaie d'en déduire la forme du Soleil; vain essai, basé sur des raisons qui peuvent paraître à ceux qui lisent avec inadvertance avoir quelque solidité tandis qu'en réalité elles n'expliquent rien. Il veut en outre que les Planètes nagent dans cette matière éthérée et soient emportées par elle de manière à circuler autour du Soleil, de telle façon qu'elles soient retenues dans leurs orbites par le fait qu'elles n'ont pas plus de tendance à s'éloigner du centre du mouvement que la matière du tourbillon. Mais il y a ici plusieurs objections Astronomiques à faire dont nous en avons touchées quelques-unes dans notre discours des causes de la pesanteur; dans lequel nous avons aussi exposé un autre moyen capable de retenir les Planètes dans les limites de leurs orbes. C'est la gravité ou pesanteur vers le Soleil; dont nous avons fait voir l'origine et à propos de laquelle je m'étonne d'autant plus que Descartes n'y ait pas pensé que ce fut lui le premier qui avait commencé à donner une meilleure théorie que les auteurs précédents de la pesanteur qui porte les corps vers la Terre. Dans son livre déjà mentionné plus haut sur la Face dans l'orbe de la Lune Plutarque rapporte qu'anciennement il y eut déjà quelqu'un qui pensait que la Lune demeure dans son Orbite pour la raison que sa force à s'éloigner de la Terre provenant du mouvement circulaire est compensée par une égale force de la pesanteur par laquelle elle tend à s'en approcher. C'est la même chose que de notre temps a soutenu Alphonse Borelli, non pas seulement à propos de la Lune mais aussi des autres Planètes; disant que pour les Primaires la pesanteur est dirigée vers le Soleil, mais pour les Lunes vers la Terre ou vers Jupiter ou Saturne qu'elles accompagnent. Récemment Isaac Newton a expliqué la même chose avec beaucoup plus de diligence et de finesse, faisant voir aussi comment des causes nommées proviennent les orbites Elliptiques des Planètes que Kepler avait conçues en plaçant le Soleil dans un de leurs foyers. Or, il faut, suivant notre sentiment sur la nature de la gravité par laquelle les Planètes tendent vers le Soleil par

prehensionem, qua jam defuncti sumus, novus labor accedat. Ea tantum hic subjungam, ex quibus, quanam sit nostra de toto mundi spatio opinio, cognoscatur; quatenus nempe Solibus seu stellis inerrantibus patet, quibus sua circumponi planetaria systemata, probabile esse antea ostendimus.

Unumquemque Solem vortice cingit, sed Cartesianis multum dissimili; contra quem pluribus disputatur.

Existimo itaque unumquemque Solem circumdari vortice quodam materiae celeriter motae, sed qui multum dissimiles sint Cartesianis illis, tum spatii ratione, tum motus genere, quo in illis materia agitur. Ea enim apud Cartesium est vorticum amplitudo, ut quisque eorum alios se circumfidentes contingat, occurrens singulis plana superficie, veluti cum in aqua sapone imbuta bullarum cumulos pueri inflant: moveri vero universam ejusque materiam statuit, in partem eandem rotando. At hunc motum non parum impediri oporteret, propter angulosam vorticum superficiem. Deinde cum sit ejusmodi, ut, velut circa axem cylindri, materia tota feratur, exoritur ei postea non exigua difficultas, cum globosam Solis formam ex hoc motu deducere conatur: frustra prorsus, atque iis rationibus, quae incautis aliquid esse videantur, cum re ipsa nihil explicent. Vult praeterea innatare, ac circumferri cum hac materia aetherea, Planetas; atque ea ratione videlicet in suis orbibus eas retineri, quod non majore vi, quam ipsamet, à centro motus recedere conentur. Sed hic ex Astronomicis complura obijciuntur, de quibus aliqua attigimus in diatriba de causis gravitatis. Ubi & aliam rationem exposuimus, quae Planetas intra orbium suorum limites contineret. Ea est gravitas eorum Solem versus; quae unde exoritur ostendimus, quamque eo magis miror Cartesium praeteriisse, quod de gravitate, qua corpora in Terram feruntur, primus solito meliora adferre coepisset. Refert Plutarchus in libro supra memorato de Facie in orbe Lunae, fuisse jam olim qui putaret ideo manere Lunam in Orbe suo, quod vis recedendi à Terra, ob motum circula-rem, inhi-beretur pari vi gravitatis, qua ad Terram accedere conaretur. Idemque aëvo nostro, non de Luna tantum, sed & Planetis cæteris statuit Alphonsus Borellus; ut nempe Primariis eorum gravitas esset Solem versus; Lunis vero ad Terram, Jovem, ac Saturnum, quos comitantur. Multoque diligentius subtiliusque idem nuper explicuit Isaacus Neutonius, & quomodo ex his causis nascantur Planetarum orbés Elliptici, quos Keplerus excogitaverat; in quorum foco

(p. 140).

(p. 141).

leur propre poids, que le tourbillon de la matière céleste ne tourne pas autour de lui en entier en un seul sens, mais de telle façon qu'il se meuve de divers mouvements, fort rapides, dans tous les sens de rotation possibles à ses diverses parties, sans pourtant pouvoir se dissoudre à cause de l'éther environnant non agité par un mouvement de telle sorte ou de pareille rapidité. C'est par un tourbillon de ce genre que nous avons essayé dans le discours nommé d'expliquer la pesanteur des corps vers la Terre et tous ses effets. Or, la nature de la pesanteur des Planètes vers le Soleil est à mon avis la même. Et de ceci suit aussi la sphéricité tant de notre Terre que des autres Planètes ainsi que celle du Soleil, laquelle dans le système de Descartes présente une si grande difficulté.

Comme je l'ai dit, je fais les espaces occupés par ces tourbillons beaucoup plus restreints que lui. Dans la vaste profondeur du ciel je les suppose disséminés comme le font de petits tourbillons dans l'eau, apparaissant ça et là dans un lac ou marais étendu, nés par exemple de l'agitation d'un bâton dans l'eau et fort éloignés les uns des autres. De même que les mouvements de ces petits tourbillons n'ont aucune influence les uns sur les autres et ne se gênent donc pas, ainsi aussi en est-il, pensé-je, des mouvements tourbillonnaires célestes qui existent autour des astres ou Soleils.

Ces tourbillons ne peuvent donc pas se détruire ou s'absorber les uns les autres, suivant la fiction de Descartes, lorsqu'il voulait montrer comment quelqu'étoile ou Soleil est changé en Planète. Il est évident qu'en écrivant ainsi il ne tenait pas compte de l'immense distance des étoiles les unes des autres; cela ressort déjà de ce seul fait qu'il veut qu'une Comète devienne visible pour nous aussitôt qu'elle est descendue dans notre tourbillon dont le Soleil occupe le centre, ce qui est fort absurde. Car comment un astre de ce genre qui ne fait que réfléchir la lumière du Soleil, comme il l'affirme avec la plupart des Philosophes, pourrait-il être aperçu à une si grande distance qui comprend au moins dix mille fois celle de la Terre au Soleil? Il ne pouvait en effet ignorer qu'à l'entour du Soleil s'étend un espace fort vaste, puisqu'il savait que dans le système de Copernic le grand orbe, c. à. d. l'orbite de la Terre, est comme un point en comparaison de cet espace-là. Mais toute cette théorie de l'origine des Comètes, et aussi de celle des Planètes, et du monde, est bâtie sur des fondements si peu solides que je me suis souvent demandé avec étonnement comment il a pu se donner tant de peine pour composer des fictions de cette espèce. Il me semble à moi que nous serons fort avancés lorsque nous aurons compris comment sont les choses qui existent dans la nature; de quoi nous sommes aujourd'hui encore bien éloignés. Mais comment elles ont été faites et ont commencé à être ce qu'elles sont maintenant, c'est ce qu'à mon avis l'esprit humain ne saurait deviner ni atteindre par des conjectures quelconques.

FIN.

altero Sol ponitur. Oportet autem, secundum nostram de natura gravium sententiam, quò Planetæ ad Solem suo pondere inclinent, vorticem turbinemve materiæ cœlestis circa eum converti non totum in easdem partes, sed ita ut variis motibus, iisque celerimis in omne latus secundum diversas sui portiones rapiatur, nec tamen dilabi possit, (p. 142 . propter circumstantem ætherem, qui non tali nec tam celeri motu agitetur. Huiusmodi vortice gravitatem corporum in Terram, ejusque effectus omnes explicare conati sumus, in ea, cujus memini, diatriba. Eademque, ut puto, est ratio gravitatis Planetarum Solem versus; & ex his quoque tam Terræ nostræ, quàm cæterarum, atque etiam Solis, rotunditas consequitur; quæ in Cartesiana hypothese tantum habet incommodi.

Porro & spatia horum vorticum, ut dixi, multo quam ille contractiora pono. Sic enim fere eos statuo in vasta cœli profunditate dispersos, quemadmodum turbines aquæ exiguos, hinc inde in spatioso lacu stagnare, baculi agitatione, excitatos, ac magnis intervallis totisque stadiis distantes. Et sicuti horum motus nequaquam ab unis ad alios perveniunt, nec proinde sese mutuo impediunt; ita quoque cœlestium vorticum motus, circum astra aut Soles, se habere existimo.

Itaque neque alii alios destruere possunt aut absorbere, quemadmodum sinxit Cartesius, cum ostendere vellet quomodo stella aut Sol aliquis vertatur in Planetam. Apparet autem, cum hæc scriberet, non attendisse eum ad immensam stellarum inter se distantiam; idque vel ex hoc uno, quod, cum primum Cometes aliquis intra vorticem nostrum, cujus centrum Sol occupat, descendit; vult eum nobis visibilem fieri, quod est absurdissimum. Quomodo enim, sidus ejusmodi, quod ex Solis lumine repercussio tantummodo splendet; ut cum plerisque Philosophis ipse statuit; quomodo, inquam, posset conspici à tanto intervallo, quod saltem decies millies contineret illud quod à Terra ad Solem est. Non enim ignorare poterat vastissimum, circa Solem undique extensum, spatium; cum sciret in Copernici systemate orbem magnum, hoc est, orbitam Terræ, velut punctum esse cum illo comparatum. Sed tota hæc de Cometarum, atque etiam de Planetarum, & mundi origine, commentatio apud Cartesium tam levibus rationibus contexta est, ut sæpe mirer tantum operæ in talibus concinnandis figmentis eum impendere potuisse. Mihi magnum quid consecuti videbimur, si quemadmodum sese habeant res, quæ in natura exstant, intellexerimus; à quo longissime etiam nunc absumus. Quomodo autem quæque effectæ fuerint, quodque sunt, esse cœperint, id nequaquam humano ingenio excogitari, aut conjecturis attingi posse, existimo. (p. 143 . (p. 144 .

APPENDICE I

AU COSMOTHEOROS.

Chartæ astronomicæ f. 127.

1. De habitatione Planetarum.
2. De habitatione Lunæ.
3. De phænomenis et astronomia Planeticolarum.
4. De Magnitudine et Magnificentia Syftematis.
5. De Sole et fixis. vortice et vi retinente. Solem esse e fixis. contra Keplerum ¹⁾.
Fixis circumferri Planetas et his lunas.
6. De vortice et causa planetas retinente. Alios praefero Cartesianis ²⁾. — Alinéa
biffé et remplacé par: que nous verrons apres de la cause qui retient ³⁾.
7. De ortu omnium, et qui animalia et homines in terram et planetas ⁴⁾.



¹⁾ Voyez sur Kepler la note 41 de la p. 361 qui précède. Malgré „Brunus & Veterum aliqui” (p. 35 de l’„Epitome astronomiæ Copernicanæ” de 1635) Kepler considère le soleil comme le centre du monde. A la p. 36 — c’est la page citée par Huygens, p. 811 qui précède — se trouve une figure représentant le grand espace vide qui, suivant Kepler, entoure le soleil.

²⁾ Comparez les l. 7—9 de la p. 437 qui précède, et plus généralement les p. 437—439 en entier.

³⁾ Comparez sur le doute de Huygens la Pièce V de la p. 577 qui précède. Cette Pièce a été empruntée à la même page que le présent Appendice.

⁴⁾ Comparez le § 43 des „Pensees meslees” qui précèdent, ainsi que l’Appendice IV qui suit.

APPENDICE II

AU COSMOTHEOROS.

Chartæ astronomicæ f. 125. Comparez les p. 684—687 qui précèdent.

Plusieurs m'accuseront de fuivre une entreprise vaine ou mesine temeraire croiant que c'est perdre le temps de chercher des choses impenetrables, et que c'est mal fait de donner ainsi l'effort a l'esprit pour vouloir penetrer les choses que Dieu semble nous avoir voulu cacher. Mais de tels auroient defendu de mesine comme je crois de rechercher la forme de la terre, le mouvement des astres, la cause des eclipses, suivant le *quæ supra nos nihil ad nos* de Socrate ¹⁾, et ainsi auroient laissè le genre humain dans une profonde ignorance ou d'opinions monstrueuses de ces choses et dans les vaines fraieurs ou sont encore plusieurs peuples barbares. Et quant a l'effort et trop hardie curiosité de l'esprit, ils sont iniques et hardis de vouloir definir jusqu'ou les hommes se doivent servir de leur esprit, et semblent accuser Dieu de n'avoir pas assez limité cet esprit, et ils ne considerent pas que ces speculations vont à contempler et admirer ses merveilleuses et grandes oeuvres, car il ne faut pas craindre qu'en attrapant les raisons on cesse d'admirer les choses.

¹⁾ C'est ainsi que Xénophon écrit dans ses „Memorabilia” Lib. I, Cap. I: οὐδὲ γὰρ [Σωκράτης] περὶ τῆς τῶν πάντων φύσεως ἢ περὶ τῶν ἄλλων οἱ πλεῖστοι διελέγματο σκαπὼν ὅπως ὁ καλούμενος ὑπὸ τῶν σοφίστων κόσμος ἔχει καὶ τίσειν ἀνάγκη ἐκαστα γίγνεται τῶν οὐρανίων, ἀλλὰ καὶ τοὺς φροντίζοντας τὰ τοιαῦτα μοραίνοντας ἀπεθέκοντες.

Huygens cite probablement les „Adagia” d'Érasme (Francofurti MDCXLVI. p. 38): „Quæ supra nos nihil ad nos. Τὰ ὑπὲρ ἡμῶς οὐδὲν πρὸς ἡμᾶς. Dictum Socraticum deterrens a curiosa investigatione rerum coelestium & arcanorum naturæ. Refertur proverbii vice a Lactantio lib. 3. c. 20”. C'est ce qu'on trouve en effet chez Lactance au c. 20 de son „Divinarum institutionum liber III, De Falsa Sapientia”. Nous sommes redevables de cette citation au professeur de latin P. J. Enk de l'Université de Groningue.

Voyez aussi sur Socrate — et Platon — la note 15 de la p. 533 qui précède.

APPENDICE III

AU COSMOTHEOROS.

Quo fine tot fydera. cur tam magna tam parvum
ufum præbitura ? fi nihil funt quam lumina ¹⁾).

§ 1 ¹⁾). Que je me refouviens avec plaifir de nôtre travail des verres. Des obfervations en general.

Que n'y ayant pas moien d'aller plus loin par cette voye, et notre curiosité toutefois n'estant pas fatifaitte et cherchant a voir ces corps de plus pres, que pouvons nous mieux faire que d'employer le raifonnement au defaut de nos telescopes, et de les alonger par là non pas 10 fois ou 100 fois mais cent mille fois et d'avantage.

C'est ce que j'ay deffin de faire icy, et de vous ²⁾) raconter tout ce que j'ay decouvert de particulier dans Jupiter et Saturne a peu pres comme fi j'y avois esté.

Ce plaifir me semble n'estre pas le moindre fruit qui revient del'erude d'Astronomie.

Il faut auparavant fe mettre devant les yeux l'abregé du Systeme Copernicain en rapportant la constitution du monde ou de la partie que nous en voions, avec l'ordre et la proportion des Orbes des Planetes autour du Soleil et les grandeurs de leur corps entre eux et comparez avec le grand globe du foleil.

En fuite il faut auffi rapporter les choses qui ont esté obfervées par les Lunettes. Car l'une et l'autre de ces . . . doit fervir de fondement a nos raifonnemens.

Que je n'auray que faire de luy demontrer la mobilité de la Terre ni de fa circulation vraifemblable autour du Soleil puis qu'il en eft affez perfuadé.

Que la simplicité et le bel ordre du Systeme le confirment. Et la réfutation de tous les arguments qu'on y ait jamais oppofez qui fe voit dans les dialogues de Galilee et dans Riccioli mefine, car pour le feul argument phyfique qu'il objeéte de fa façon ³⁾),

¹⁾ Les présents §§ 1 et 2 sont respectivement empruntés au recto de la première et au verso de la deuxième page d'une double feuille faisant partie d'une collection de 59 pièces de toutes sortes constituant ce que nous appellerons le „Portefeuille anonyme”. Ce portefeuille qui dormait depuis plus de 50 ans dans un coffre-fort de la Société hollandaise des Sciences, y fut découvert, dans le cours de l'impression du présent Tome, par le secrétaire actuel de la Société, J. A. Bierens de Haan.

Nous ne reproduisons que deux lignes du texte latin, écrit au crayon, de la même feuille.

²⁾ Le frère Constantijn.

³⁾ Dans son „Almagestum novum” Riccioli donne un grand nombre d'arguments pour le repos de la terre. Huygens fait probablement allusion au Cap. XIX de la Sectio IV du Liber IX, intitulé: „Proponuntur Quinque Argumenta ex Incremento velocitatis Grauium ac Leuium contra Terræ motum Diurnum, aut Diurnum simul & Annuum”.

on pourroit le soupçonner de prevariquer si on n'estoit pas persuadé d'ailleurs de son ingenuité.

Vous avez vu cette beauté et simplicité du système dans l'automate ou j'ay représenté les orbes et le mouvement des Planetes par un fort petit nombre de roues lesquelles roues il auroit bien fallu multiplier si j'eusse voulu suivre Ptolémée ou même Tycho Brahé. Je vous mettray ici en 2 figures ce que représente la face de devant de ma machine a fin que vous ayez l'Idée du monde présente pendant que vous lirez ce que j'en diray.

De la machine de Possidonius. (una conversione ⁴⁾). cela est en quelque façon dans la nostre. Que peut estre il y a eu plus d'invention a la sienne et a celle d'Archimede, mais qu'il s'en faut beaucoup qu'elles n'ont pas représenté le système si exactement. Ce n'est qu'en ce siècle. et nous devons compter a bon heur de n'estre nez qu'a cet heur. Il y a des choses qu'on a decouvertes dont on ne scavoit rien du temps d'Archimede. Je ne parle pas de ce qu'on voit par l'aide des verres. Je veux dire le mouvement comme on l'appelle des Etoiles fixes ou la precession des Equinoxes, que je ne vous expliqueray pas icy, mais je ne puis m'empescher de vous en marquer l'effect qui est . . . ⁵⁾. Comme on voit, la partie B de l'Appendice VI fait suite au présent §.

§ 2. . . . elles [voyez la fin de l'Appendice V qui suit] donc inutiles de même. En verité, je ne scay que dire n'ayant aucun moien pour en juger ni pour dire ce qui est probable. Il se peut qu'il y [ait] d'autres manieres de subsister pour des plantes et des animaux que ceux qui supposent de l'humidité ou de l'eau qui ressemble a la nostre. Il se peut aussi que nostre Lune et de même ces autres ne contiennent rien de vivant ni de vegetable ⁶⁾. Ces corps sont des riens pour ce grand ouvrier qui les a faits, a considerer seulement cette innombrable multitude de soleils dont nous avons parlé, et d'un plus grand nombre de Planetes du premier et second ordre qui vraisemblablement les accompagnent.



⁴⁾ Voyez la note 10 de la p. 172 qui précède.

⁵⁾ Rien ne fait suite au recto de la première page. Le verso est en blanc, de même que le recto de la deuxième page de la double feuille.

Voyez sur la précession des équinoxes les parties A, B et C de l'Appendice VI qui suit.

⁶⁾ Voyez sur la lune l'Appendice V qui suit.

APPENDICE IV

AU COSMOTHEOROS.

Cet Appendice est emprunté à la même feuille que l'Appendice précédent.

Singulière action de Dieu de produire les hommes et les animaux sur la Terre.

Pourquoi le P. Daniel ne faisoit-il pas demeurer des Cartes court en créant son monde, cum ventum est ad animalia et plantas?

Nous avons consulté la Nouvelle Edition de 1703 (Paris, D. Mariette) du „Voyage du Monde de Descartes” par le Père G. Daniel, de la Compagnie de Jésus; historiographe bien connu qui vécut de 1649 à 1728. Cette édition (exemplaire de la Bibliothèque de l'Université de Leiden) contient une note écrite d'après laquelle l'„Avis” est le même que celui de la première édition „faite à Paris chez la Veuve Bénard en 1691”. C'est sans doute cette première édition que Huygens a consultée [Catalogue de vente de 1695, Libri math. in octavo 43 „Voyage du monde de Descartes” sans date], non pas la traduction latine „Iter per Mundum Cartesii”, qui parut à Amsterdam en 1694 chez A. Wolfgang. En combattant Descartes, l'auteur ne dit en effet rien sur la genèse des animaux et des plantes, dont Descartes dans son Monde [„Le Monde ou Traité de la Lumière et des autres principaux objets des sens etc.”, Paris, M. Bobin & N. le Gras, 1664] n'avait rien dit non plus: il s'était contenté de parler de la genèse nullement miraculeuse du monde inorganique. (Bien entendu: la matière étant donnée. Voyez sur la *genèse de la matière* d'après Descartes la l. 5 de la p. 662 qui précède).

Comparez ce que Huygens écrit à Leibniz sur ce sujet en juillet 1692 (T. X, p. 303—304).

Il convient sans doute de remarquer ici que d'après Descartes métaphysicien il y a lieu de parler d'un *concours* de Dieu dans tout mouvement — ce qui n'est nullement l'avis de Huygens; voyez le dernier alinéa de la p. 536 — : Principia Philosophiæ, Pars secunda, § XXXVI: „Deum esse primariam motus causam & eandem semper motus quantitatem in universo conservare; generalem [causam motus] quod attinet, manifestum mihi videtur illam non aliam esse quam Deum ipsum qui materiam simul cum motu & quiete in principio creavit, jamque per solum suum concursum ordinarium tantundem motus & quietis in ea tota quantum tunc posuit conservat”.

APPENDICE V

AU COSMOTHEOROS.

Chartæ astronomicæ f. 130.

Commencement des raisonnemens et conjectures.

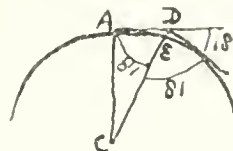
Qu'on a toujours entrepris la Lune par ce qu'à cause de son voisinage elle est incomparablement mieux distinguée que les Planetes primarij, mais que non obstant cela il est bien plus difficile d'y reussir (leçon alternative: penetrer) que dans ces autres planetes. parce que ceux cy sont du même genre que la Terre que nous habitons et connoissons. Mais la Lune d'une autre espeece, de la quelle nous n'en avons point vu aucune de pres.

Qu'il y a tout plein de montagnes et de plaines [sic] dans la Lune, mais que je n'y vois rien qui represente des mers parce que dans ces grandes plaines qu'on veut estre des mers, j'y vois de ces petits creux comme il y en a beaucoup dans la Lune. Je n'y vois pas non plus de rivières, qui, du moins si elles avoient des lits entre des rives hautes, ou des embouchures larges comme les nostres elles n'échapperoient pas a nos grandes Lunettes. Aussi est il certain qu'il n'y a point de nuées d'ou viendrait la pluie pour faire les rivières. (En marge: ni rivières ni mer. diversément colorez ou clairs. an inutilis ergo). Je dit qu'il n'y [a] point de nues parce qu'y estant elles nous cacheroient tantost l'un tantost l'autre endroit de la Lune. ce qui n'arrive point et je crois pouvoir assûrer qu'il n'y [a] pas une sphere de vapeurs en ce pais là comme icy autour de la Terre, car la matiere de nos vapeurs semble consister principalement des particules de l'eau enlevées par l'action du soleil et du vent; que s'il n'y a point d'eau a la Lune il y manque donc de quoy faire ces vapeurs. (En marge: clarté coupee). Et de plus comme nos vapeurs s'elevent fort haut, comme il appert par les crepuscules qui paroissent dans l'atmosphère quand le soleil est a 18 d. sous l'horizon, on verroit la Terre si on estoit dans la Lune, avoir un cercle lumineux qui croit environ a $\frac{1}{86}$ du demidiametre¹⁾ quoyqu'en s'affoiblissant, car nostre air dans toute son epaisseur, com-

[Fig. 156]

¹⁾ En marge: ACD [Fig. 156] 9 grad.
ejus secans

$$\begin{array}{r} 101246 \\ 100000 \\ \hline DE \quad 1296 \end{array} \quad DE \propto \frac{1}{86} EC.$$



me depuis nos yeux à l'horizon, renvoie presque autant de lumière que les terres ou montagnes. Une semblable atmosphère paroîtroit donc aussi autour du corps de la lune s'il y en avoit. Mais on n'en voit rien du tout, et cela fait que les ombres des montagnes y sont extrêmement fortes et coupées, parce que toute la clarté vient du soleil, au lieu qu'icy l'air illustré par le soleil, éclaire les endroits où le soleil ne peut donner.

La Lune diffère encore de notre Terre en que les jours et les nuits y durent 15 des nôtres, ce qui et pour le chaud et pour le froid fait des effets tout autres que nous sentons.

En marge: je voudrois y avoir esté pour voir tourner la Terre ²⁾.

Ces différences donc entre le globe Lunaire et le nôtre font qu'il y a peu de prise à deviner ce qu'il peut y avoir, et s'il y a des herbes et créatures vivantes ou autre chose. Je me souviens que vous ³⁾ y remarquiez quelque endroit qui sembloit un long canal fort droit, et qui pouvoit faire penser qu'il feroit fait par art, mais il arrive aussi de semblables . . . dans les choses naturelles (en marge: quelque exemple) de sorte qu'on ne scauroit tirer un grand argument de là. Mais quoy donc, ce beau grand globe ne servira de rien, qu'à nous éclairer quelque fois la ⁴⁾ pendant la nuit, et pour hausser et baisser nos marées ⁵⁾. Et ces 4 lunes de Jupiter et les 5 de Saturne seroient . . . Apparemment le § 2 de l'Appendice III qui précède fait suite à cette Pièce.

²⁾ Comparez la l. 2 d'en bas de la p. 796 qui précède.

³⁾ Le frère Constantijn.

⁴⁾ Mot superflu.

⁵⁾ Voyez la p. 671 qui précède.

APPENDICE VI

AU COSMOTHEOROS.

A. Chartæ astronomicæ, f. 122.

Pluralité des mondes ¹⁾. Il ne parle pas de l'argument pour le mouvement de la terre qu'on tire du changement de l'étoile polaire. Ni pourquoy les Planetes ne s'en vont pas plus loin. puis qu'elles tournent ²⁾.

B. Chartæ astronomicæ, f. 130. Suite du § 1 de l'Appendice III.

... une des choses qui confirme le plus le vray systéme. Cet effect est que l'étoile du Nort qui est celle de ... dans la queue de la petite Ourse ne se tient pas comme elle est pres du Pole, sur lequel il semble que le ciel étoilé tourne, mais qu'autrefois au siecle de Hipparche elle en estoit éloignée de 12 ... degrez, maintenant elle ne l'est que de 2. et dans les Siecles a venir elle s'en éloignera jusqu'à 45 degrez et d'avantage. Je dis que c'est la un des plus forts arguments contre la Terre immobile, parce que la supposant ainsi, il arriveroit une chose inconcevable qui est que ce Ciel entier des étoiles fixes, ce premier mobile qu'ils disent, se mettroit de luy mesme a tourner sur d'autres axes de temps en temps; ce qui n'est pas bien concevable. Ils croient expliquer ces changements en supposant un mouvement de la sphere des Fixes sur les Poles de l'Ecliptique. Mais c'est une chose qui repugne a la nature du mouvement, et que je leur desie de représenter par aucune machine quelque composée qu'elle fut au lieu que dans le Systeme Copernicain un petit changement et qui continue tousjours à la position de l'axe de la Terre, produit ce merveilleux phenomene ³⁾. Mais ces gens ne songent pas seulement a faire quadrer leur hypotheses imaginaires avec les loix et ... de la Nature.

Il faut bien qu'ils considerent ces vastes corps des étoiles comme attachees et en-

¹⁾ Comparez la note 10 de la p. 343 qui précède. Le premier des Entretiens de Fontenelle est intitulé „Premier Soir. Que la Terre est une Planete qui tourne sur elle-mesme, & autour du Soleil”. Nous n'y trouvons en effet pas ce que Huygens dit y faire défaut (changement de l'étoile polaire, voyez la partie *B* qui suit).

²⁾ Dans l'Entretien du Sixième et dernier Soir de Fontenelle parle du tourbillon qui entoure le soleil (ainsi que de ceux entourant les autres étoiles fixes); mais il n'explique pas comment ce tourbillon empêche les planètes de s'éloigner de lui.

³⁾ Comparez les p. 692—694 qui précèdent.

clavées dans un ciel solide et plus transparent que du cristal car comment autrement changeroient elles leur mouvement toutes ensemble. Ou comment en tournant avec cette terrible vitesse ne s'en voleroient elles pas bien loin par la force du mouvement circulaire qu'on a tant objecté à Copernic à l'égard seulement du mouvement journalier de la Terre et des maisons et des hommes, qui devroient estre jettez en l'air.

Mais pour les Planetes ils n'osent plus dire que leur orbes soient solides depuis qu'on prouve que les Cometes passent a travers. Qu'ont ils donc inventé, c'est que les Planetes ont chacune leur Ange qui scait comment il les doit faire aller ⁴⁾, du quel estrange travail et de la maniere de s'en relacher (leçon alternative: reposer) un celebre astronome a escrit des choses si simples que je n'oserois pas les redire ⁵⁾.

Consultez notamment sur les intelligences directrices des planètes les notes 4 et 5 de la p. 768 qui précède.

C. Manuscrit I, p. 127, 1694 ou 1695.

Stella Polaris seu ultima in cauda urfæ minoris distabat tempore Hipparchi a Polo gr. $12^{\circ}24'$. Hoc est annis ante Chr. 128. Vid. Riccioli Astron. Reform. pag. 205 ⁶⁾.

Anno 1672 distabat $2^{\circ}27'.25''$. Et accedebat hoc tempore quotannis $20''$. Ergo A°. 1694 distat $2^{\circ}20'.5''$. Vide in Itinere Danico Picarti ⁸⁾.

⁴⁾ Voyez ce qui a été dit plus haut (p. 768, note 4) à propos de l'„Iter exstaticum“ de Kircher.

⁵⁾ Leçon primitive: ... comment il les doit faire aller, et qui n'ont point de relache selon un celebre auteur d'astronomie, qu'en allant de temps en temps visiter le S. Sacrement dans les Eglises. Nous ignorons quel est l'auteur ici cité par Huygens.

⁶⁾ Tab. IV du Cap. III du Lib. IV „in quo fixarum stellarum observationes selectæ ex antiquis, ac recentibus expenduntur, & ex illis tabulæ constructæ usque ad annum Christi MDCC exhibentur“.

⁷⁾ Comparez la p. 693 du „Cosmotheoros“.

⁸⁾ Dans son „Voyage d'Uranibourg“, Art. VIII „Hauteur du pole d'Uranibourg“ etc. Picard donne en effet $2^{\circ}27'.25''$ à la distance dont il est question dans le texte. ceci d'après une observation de la fin de 1671.

APPENDICE VII

AU COSMOTHEOROS.

Chartæ astronomicæ f. 127¹⁾.

180		
60		
10800	tot Jovis diametros	dimidium circuli coelestis capit circiter.
10000	10000	[au lieu de 10800].
5	50000	diametri terræ ad Jovem usque.
50000	500000000	à tot diametris terræ sol appareret æque clarus ac Jupiter nobis.

Sed fixa 1^{re} magnitudinis minus lucida apparet quam Jupiter.

Ergo si fixa æqualis soli, oporteret eam longius adhuc distare quam istas 5²⁾ diametros terræ²⁾. sed ponamus æqualiter lucidas cerni ac Jupiter.

5.10⁸ diamètres terrestres = 0,67 année-lumière. Nous savons maintenant que les étoiles les plus proches sont à des distances de plus de 4 années-lumière.

¹⁾ Voyez sur ce calcul notre Avertissement (p. 672).

²⁾ Tandis que le calcul de la p. 35 donnait pour la distance de Sirius, supposée égale au soleil. 27664×12000 , donc environ 332000000 diamètres terrestres, ce qui est du même ordre de grandeur.

Huygens prend ici le diamètre apparent de Jupiter égal à 1' conformément au „Systema Saturnium” (T.XV, p. 344), où ce diamètre était dit être de 64" à la plus petite distance.

APPENDICE VIII

AU COSMOTHEOROS.

[1694] ¹⁾.

Ex epistola Joh. Flamstedij ad Cassinum. quæ in Philos. Transactions n° 96. Jul. 21. 1673.

Quid quod et Parallaxin Martis Acronici et Perigæi nunquam majorem esse scrup. secundis 25": unde sequitur Solis esse summum 10". et distantiam 21000 Terræ semidiametros. Derbiæ Jul. $\frac{7}{17}$. 1673.

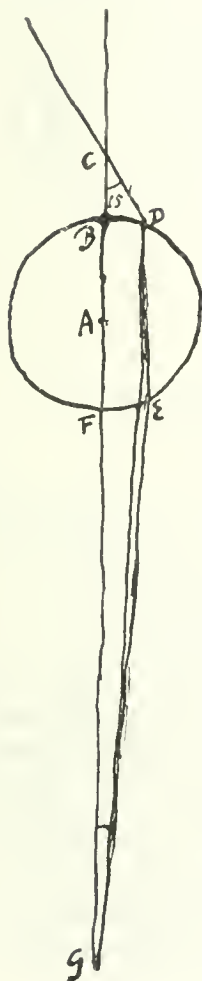
De micrometro loquitur cujus descriptio fit in N°. 29 ²⁾.

¹⁾ Manuscrit I, p. 112. La p. 113 (voyez l'Appendice suivant) porte la date 29 Jul. 1694. Nous avons fait mention du présent Appendice à la p. 331 qui précède.

²⁾ „A description of an instrument for dividing a foot into many thousand parts, and thereby measuring the diameters of planets to great exactness &c. as it was promised Numb. 25". La description est de Hooke. Au N° 25 (également Philos. Trans. 1667) on trouve „An extract of a letter written by Mr. Richard Townley to Dr. Croon, touching the invention of dividing a foot in many thousand parts, for mathematical purposes". Il y est question (outre d'Auzout) d'une invention de feu Gascoigne. Comparez la note 3 de la p. 92 qui précède. Dans son „Histoire de l'Astronomie moderne" II, p. 592 Delambre écrit: „Nous croyons fermement à la réalité des observations de Gascoyne... mais nous ne croyons ni aux observations de Townley... ni aux observations de Hooke qui ne fit construire son instrument que plusieurs mois après la discussion occasionnée par la lettre d'Auzout [de 1666, à la Royal Society]".

Juillet 1694.

[Fig. 157]

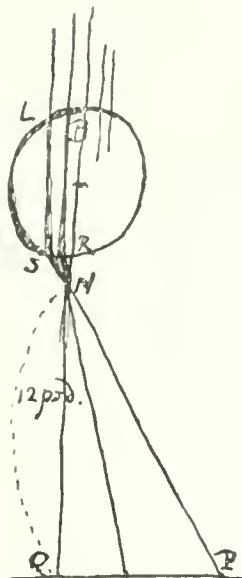


FE	DB
----	----

Anguli FGE ad
BCD ratio com-
ponitur ex

$$\begin{array}{r} \overset{3}{\text{48}} \text{ (CB)} - \overset{1}{\text{1728}} \text{ (FG longitudo tubi)} \\ \hline \overset{3}{\text{48}} - \text{1728} \\ \hline \text{1 ad 27648} \end{array}$$

Si foramen vacuum æquale globulo BF in extremo tubo applicuiffem, habuiffem in G lucem quasi a Sole cujus diameter $10\frac{1}{3}$ " circiter. Hoc enim expertus sum invenique folis lucem ita fpectatam valde claram, neque ulli planetarum, nedum fixarum, comparandam.



[Fig. 157bis]

²⁾ Voyez aussi ce nombre, ou plutôt le nombre 27664, à la p. 817 qui précède.

1 ad 27648 ut distantia ☉ ad distantiam fixarum primæ magnitudinis.

Hinc parallaxis $\frac{1}{2}$ diametri orbitæ terrestris in fixis istis sit paulo minor 15" feru-
pulis secundis. Et diameter apparens fixæ 1^x magnitudinis sit fere 4".

27648

3 [Ajouté plus tard: imo 25 anni ut postea vidi] ³⁾

82944 annis ad proximas fixas perveniret globus e tormento excussus æqualiter
pergens.



³⁾ On voit ici que la rédaction définitive de la page du Cosmotheoros mentionnée dans la note précédente date d'après le 29 juillet 1694, puisqu'on y trouve non pas le nombre 3, mais le nombre 25: c'est en 25 ans qu'un boulet peut parcourir suivant Huygens la distance de la terre au soleil, comme il le dit aussi aux p. 787 et 806: la rédaction définitive de plusieurs pages du traité est apparemment postérieure à juillet 1694. Puisque la distance de la terre au soleil était connue à Huygens depuis longtemps, il faut conclure qu'il avait d'abord attribué aux boulets de canon une vitesse initiale beaucoup trop grande.


Pour pouvoir parcourir en environ 25 ans la distance de la terre au soleil, c.à.d. suivant Huygens 12543 fois le diamètre de la terre, il faut que le boulet — un boulet du dix-septième siècle — ait une vitesse d'environ 200 M. par seconde ce qui correspond fort bien aux „cent toises de six pieds” de Mersenne dont il était question à la p. 806.

APPENDICE X

AU COSMOTHEOROS.

[1694 ou 1695] ¹⁾.

Man. I, p. 127—128.
§ 1 ²⁾.

	Mediæ distantie a Sole, sive radii orbium.	Excentricitates qua lini semidiameter in singulis orbibus est 100000	Tempora periodica sub fixis. Anni dierum 563
[Fig. 158] 1005207 dist. aphel. h	h 951000	5700	29.174. 4.58'.25".
896793 dist. perih. h	h 519650	4822	11.317.14.49'.31".
 1902000 [Fig. 158]	♂ 152350	9263	1.321.23.31'.26".
951000 dist. media h	♂ 100000	1800	
	♀ 72400	694	d h. 224.17.53'.2'.14".
	♂ 38806	21000	87.23.15'.36".

§ 2 ³⁾.

Ex actis Lipsiensibus Anni 1688 pag. 274.
Distantiæ maximæ Comitum Saturni à centro ejus, ex Cassino.

Intimi $\frac{3}{4}$ partium diametri annuli	motus diurnus sub Ecliptica	6 sign. 10°.41'.31".
2 ^{di} $1\frac{1}{4}$ annuli diametri		4. 11. 31. 30.
3 ^{ti} $1\frac{3}{4}$ annuli diametri		2. 18. 41. 50.
4 ^{ti} 4 annuli diam. mihi $3\frac{1}{2}$ ⁴⁾ .		0. 22. 34. 38.
5 ^{ti} 12 annuli diametri		mihi 22°.34'.44". Halleio 22.35.0. Act. Lips. 1684 pag. 187 ⁶⁾ .
		0. 4. 32. 17.

¹⁾ Les dates 29 Jul. 1694 et 29 Jan. 1695 se trouvent respectivement aux p. 115 et 131 du Manuscrit.

²⁾ Les trois premières colonnes du § s'accordent avec celles de la p. 148 qui précède: Huygens les a empruntées à Kepler comme nous l'avons dit. La quatrième colonne s'accorde avec les valeurs des p. 150 et 151—152 (Mars, Jupiter, Saturne) et 177 (Mars). Huygens, nous l'avons dit, a fait usage tant des Tables Rudolphines de Kepler que de l'„Astronomia reformatâ" de Riccioli.

$$\text{duratio conjunctionis cum annulo } \left\{ \begin{array}{l} \text{h.} \\ 7. \quad 46. \\ 8. \quad 36'. \\ 10. \quad 0. \\ 15. \quad 6. \\ 24. \quad 0. \end{array} \right.$$

§ 3⁷⁾. Distantiæ vel digressus maximi Comitum Jovis a centro ejus.

Intimi	$5\frac{2}{3}$ femidiametri	Ex meo Saturni Systemate diametri globorum Saturni et Jovis sunt ut 55 ad 74 ⁸⁾ .
2 ^{di}	9 femid.	
3 ^{ij}	$14\frac{1}{3}$ femid.	
4 ^{ti}	$25\frac{1}{3}$ femid.	

§ 4⁷⁾. p. 104. Tabb. Cassini. femiffes revolutionum Comitum 7.

$\begin{array}{c} \text{h.} \\ 21.14'.18". \\ \hline 2 \end{array}$	$\begin{array}{c} 1.18.36.56. \\ \hline 2 \end{array}$	$\begin{array}{c} 3.13.59.50 \\ \hline 2 \end{array}$	$\begin{array}{c} 8.9.2.33 \\ \hline 2 \end{array}$
$\begin{array}{c} \text{h.} \\ 42.28'.36". \\ \hline \text{five } d \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{d. h.} \\ 3.13.13'.52". \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{d.} \\ 7. 3.59.40. \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{d.} \\ 16.18.5.6. \\ \hline \end{array}$
1.18.28.36.			

³⁾ Les tables du § 2 ont en effet été tirées de l'article des p. 273—275 des „Acta Eruditorum” de 1688, intitulé: „Epistola Dn. Cassini ad editorem Transactionum Anglicarum, exhibens ejusdem correctiones circa theoriam quinque satellitum Saturni. Translata e dictis Trans. Philos. M. Junii 1687, num. 187”. La première colonne s'accorde avec la table correspondante de la p. 780 qui précède.

⁴⁾ Dans le „Systema Saturnium” de 1659 (T. XV, p. 254) Huygens avait trouvé 3'16" pour la distance maximale de son satellite au centre de la planète. Divisant par $3\frac{1}{2}$ (rapport que nous ne trouvons pas dans le „Systema”), on trouverait 56" pour le diamètre de l'anneau.

À la p. 342 du T. XV Huygens dit avoir vu l'anneau de Saturne sous un angle de 68", lorsque la planète est à sa plus petite distance de nous; tandis que la vraie valeur est 45". Le rapport de 3'16" à 68" est 2,9 ce qui nous semble correspondre aux petites figures du „Systema”, p.e. à la Fig. 48 de la p. 250.

⁵⁾ T. XV, p. 261 du „Systema Saturnium”.

⁶⁾ À cette page des „Acta Eruditorum” de 1684 commence l'article „Epistola astronomi clarissimi Dn. Edmundi Halleji, theoriam motus satellitis Saturnii corrigens. Exhibita in Philos. Trans. Anglicanis mense Martio superioris anni, n. 145”. Halley écrit: „Mitto tibi astronomicam relationem de remotissimo omnium Planetarum nostri Vorticis . . . Satellitem Saturni intelligo, anno 1655 detectum a Dn. Chr. Hugenio de Zulichem . . . Post eum nemo, quod sciam, Theoriam illam corrigere aut perfectiorem reddere laboravit”. P. 189: „motus diurnus 22°34'38"18" . . .”

§ 5. diurnus 1ⁱ comitis h.

6.10°.41'.31" $\xrightarrow{\text{dis}}$ 1 $\xrightarrow{\text{d. h.}}$ 12 / 1.21.18'.31" periodus intimi comitis h respectu
Eclipticæ.

diurnus 2^{di} comitis h.

4.11°.31'.30" $\xrightarrow{\text{d. h.}}$ 1 $\xrightarrow{\text{d. h.}}$ 12 / 2.17.41'.27" 2^{di} periodus sub Ecliptica.

diurnus 3^{ti} comitis h.

2.18°.41'.50" $\xrightarrow{\text{d. h.}}$ 1 $\xrightarrow{\text{d. h.}}$ 12 / 4.13.47'.16" periodus 3^{ti} comitis.

22°.34'.38" diurnus 4^{ti} comitis h seu mei secundum Cassinum

22°.34'.38" $\xrightarrow{\text{d. h.}}$ 1 $\xrightarrow{\text{d. h.}}$ 1296000" / 15.22.41'.11" periodus 4^{ti} comitis h sub
Ecliptica.

mihi $\xrightarrow{\text{d. h.}}$ 15.22.39' sub Ecliptica 5).

7) La table du § 3, ainsi que celle du § 4, s'accordent avec les tables correspondantes de la p. 780 qui précède.

8) T. XV, p. 349.

APPENDICE XI

AU COSMOTHEOROS.

[1695]¹⁾.

Manuscrit I, p. 133.

Distantia ☿ a ☉ in conjunctione Mensis Maji [1661] cum in nodo erat descendente :
partium 45308 qualium distantia ☉ a Terra est 100000.

Distantia ☿ a Terra tunc 55699. hæc ex Halleij definitione.

55699

45308

101007 dist. terræ a ☉.

101007 — 55699 — 11".48". Mercurij diameter apparens ex Halleij observatione cum in Solis disco cerneretur A°. 1661. 3 Maj. ($6\frac{1}{2}''$ diameter ☿ in media distantia).

Ergo diameter ☿ est $\frac{1}{290}$ diametri ☉²⁾. quod in Cosmotheoro secutus sum.



¹⁾ La date 29 Jan. 1695 se trouve a la p. 131 du Manuscrit.

²⁾ En prenant 31'25" (ou une valeur peu différente) pour le diamètre du soleil, puisque $\frac{11''48''}{31'25''} \cdot \frac{55699}{101007} = \frac{1}{290}$. Voyez aussi sur le diamètre de Mercure la p. 670 et la note 19 de la p. 696 qui précèdent.

APPENDICE XII

AU COSMOTHEOROS.

[1695] ¹⁾.

Man. I. p. 132—133.

§ 1 ²⁾. Veneris diameter telescopio 45 pedum, quod auget 147 vicibus, apparet quasi $\frac{2}{3}$ pollicis ex distantia pedis unius.

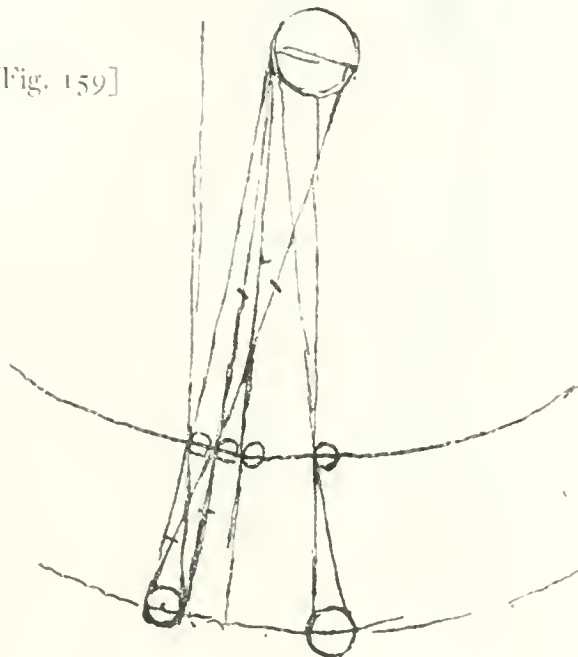
Diameter ♀ 8 lin. Tempus quo Venus solem intrat 20'.

$\frac{1}{10}$ lin. qua errari potest, hoc est $\frac{1}{80}$ apparentis diametri ♀ quasi ex distantia pedali.

8 20 $\frac{1}{10}/\frac{1}{4}$ tempus quo solem intrat $\frac{1}{10}$ lin. tali tempore bis errari potest, semel finiente introitu ♀, iterum incipiente exitu.

Pono appulsum oræ extremæ Veneris ad marginem Solis [Fig. 159] tam accurate notari posse, ac $\frac{1}{80}$ pars diametri circelli cujus diameter $\frac{2}{3}$ pollicis, spectata ex distantia pedali.

[Fig. 159]



¹⁾ Voyez sur la date la note 1 de la p. 838.

²⁾ Il s'agit apparemment d'observations fictives, comme nous le disons aussi dans l'Avertissement. Du vivant de Huygens Vénus ne passa devant le soleil que deux fois, en 1631 et 1639; voyez les p. 309 et 330 qui précèdent. La transition de 1761 fut observée e.a. par J. Lulofs, professeur à l'Université de Leiden.

§ 2²). 32' diameter ☉. $\frac{32}{1000}$ ' diameter terræ in Sole. quod hic pono unde fit ☉ distantia proxima, 10000 diam. ☉.

$\frac{64}{1000}$ ' duplus diameter telluris in ☉. quia in dupla diam. terræ excedi vel deficere potest $\frac{1}{30}$ '. Ergo in simplici diametro tantum $\frac{1}{60}$ '. si distantia ♀ à Terra sit $\frac{1}{2}$ distantia ejusdem à ☉.

$\frac{1}{30} = \frac{64}{1000} \text{ — } 1 \text{ — } 19$ fere. Ergo error possibilis erit $\frac{1}{19}$ diametri terræ in ☉.

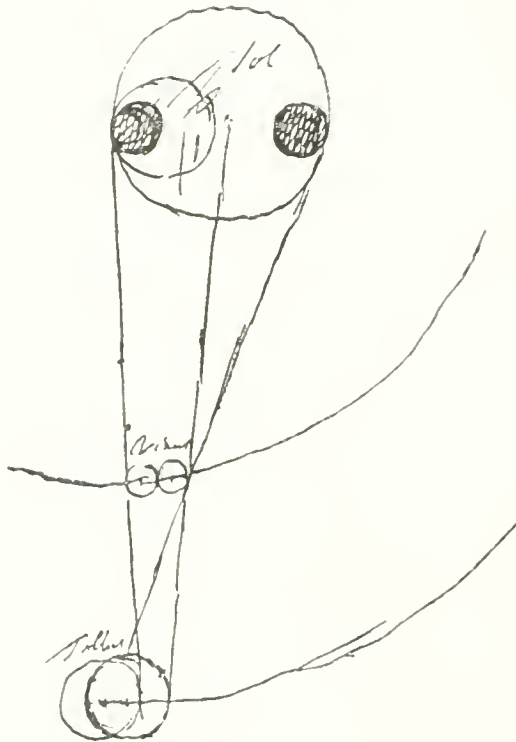
§ 3²). On lit dans la Fig. 160: Sol. Venus. Tellus. Et dans la Fig. 161: Sol. Venus appars in Sole. Venus exire incipiens. Venus. Orbita ♀. Tellus. Orbita Telluris.

71 diametros terræ percurrit ♀ in orbita sua horis 8.

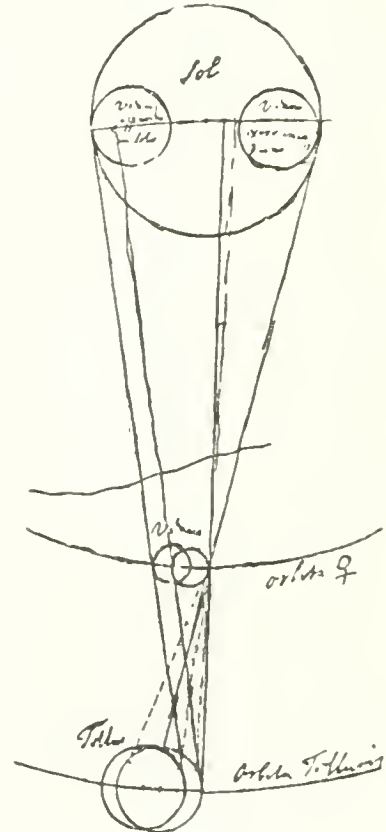
66 diametros suos Tellus 8 horis in orbita percurrit.

AB [Fig. 162] percurritur motu medio Veneris in ☉ horis 7. 56.

[Fig. 160]



[Fig. 161]



AL motus medius ♀ in ⊙ vifæ inter duos contactus internos.

LM diameter ♀ in \odot apparentis.

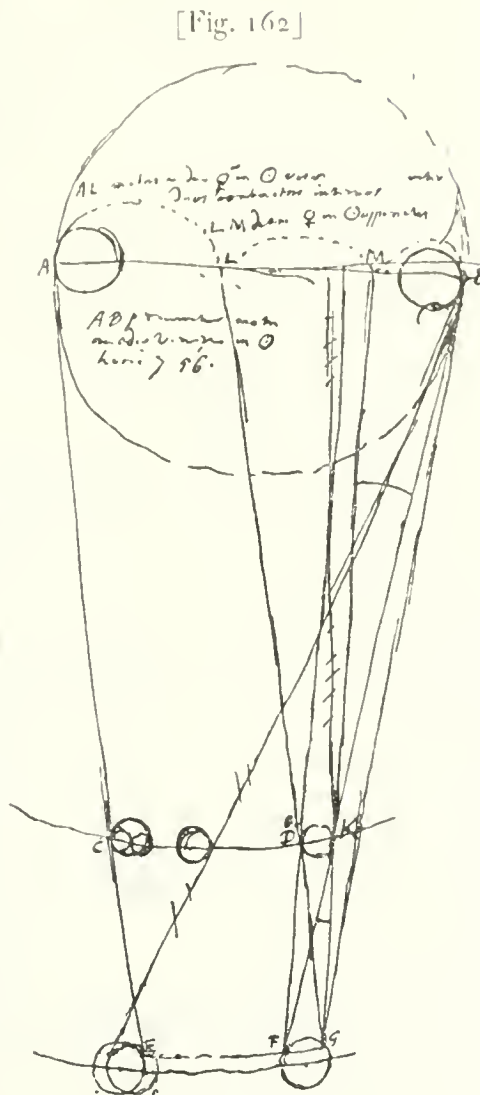
MB dupla fubtenfa arcus terræ FG, 120 gr. ad summum.

Ergo cum Veneris centri transitus totus per diametrum \odot sit $7h.56'$: Erit transitus inter duos internos contactus brevior; non tantum $20'$, quibus Veneris corpus transit in Solem sed et tempore quo MB seu dupla FG, percurreretur in Sole a Venere. Quare a $7h.56'$ auferatur tempus inter duos contactus internos, itemque tempus $20'$ quibus transit \odot diameter. relinquiturque tempus quo transitur dupla FG in \odot . quod tempus erit ad $20'$ quibus \odot diameter transit, sicut dupla subtensâ FG, in Terra, ad diametrum Veneris. Est enim illud reliquum tempus quo percurritur a Venere in Sole portio MB, quæ æqualis duplæ FG. Vel subtrahendo arcum AM à Solis diametro, relinquitur MB quanta e terra in Sole appareret dupla FG.

NB. Pono hic MK duplam KG.

En marge: hoc clarius sed eodem redit.

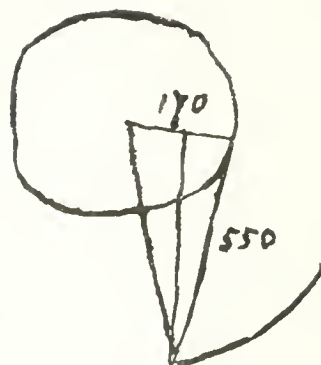
Tempus inter visus per EA et per FB, est tempus inter duos contactus internos. Si in fine hujus temporis esset qui intueretur ex G, illi latus ♀^{is} D cerneretur in L, cum initio ex E spectatum fuerit in C. Ergo AL est quantum ♀ medio motu tempore illo inter duos contactus peregit in Solis disco. Ergo si dicam, tempore 7h.56' Venus solis diametrum seu 32' emittitur, quantum conficiet tempore quod est inter duos intimos contactus. fiet AL, quam unà cum LM quam occupat ♀ diameter in Sole, subtrahendo a diametro ☉ AB, relinquetur MB quanta in ☉ appareret dupla FG.



APPENDICE XIII

AU COSMOTHEOROS.

[1695]¹⁾.



Manuscr. I p. 134.

$$\begin{array}{r} 550 \text{ --- } 170 \text{ --- } 100000 / 30909 \quad [\text{Fig. 163}] \\ 15455 \text{ fin } 8^{\circ} 53' \\ 2 \end{array}$$

[Fig. 163]

17.46' Martis digressio maxima à ☉, si ex Jove spectetur.

$$\begin{array}{r} 550 \text{ --- } 360 \text{ --- } 100000 / 65455 \\ 32727 \text{ fin } 19.6' \\ 2 \end{array}$$

38.12 Mercurij digressio maxima a ☉, ex Venere.

$$\begin{array}{r} 550 \text{ --- } 442 \text{ --- } 100000 / 80364 \\ 40182 \text{ fin } 23.41' \\ 2 \end{array}$$

47.22' Terræ digressio maxima a ☉, ex Marte.

$$\begin{array}{r} 550 \text{ --- } 350 \text{ --- } 1^{(5)} / 63636 \\ 31818 \text{ fin } 18.33' \\ 2 \end{array}$$

37.6 Jovis digressio maxima a ☉, ex Saturno.

Dans le Cosmotheoros les digressions apparentes ont les mêmes valeurs (pas plus de 18°; environ 38°; pas plus de 48°; environ 37°). Huygens les avait peut-être déjà sommairement calculées avant 1695. Il est toutefois également possible que ce soit ici son unique calcul des digressions considérées, puisque nous savons (p. 656 qui précède) que même en mars 1695 il était encore toujours occupé à corriger et amplifier son écrit.

¹⁾ Voyez sur la date la note 1 de la p. 838. La p. 134 est la dernière du Manuscrit I. Les pages suivantes sont en blanc.

TABLES.

I. PIÈCES ET MÉMOIRES.

	Page.
AVERTISSEMENT GÉNÉRAL	3—4
HUYGENS À L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES. ASTRONOMIE	5—59
AVERTISSEMENT	7—21
TITRE	23
I. Projet de déterminer la méridienne et la latitude de Paris, manière de trouver les ascensions droites et les déclinaisons des étoiles fixes et en même temps l'obliquité de l'écliptique et la quantité de la réfraction atmosphérique pour les étoiles, détermination de cette même quantité pour le soleil, observation d'une éclipse du soleil, discours sur la construction de tables exactes du mouvement des astres	25—33
Ia. Mesure de la hauteur du pôle à la Bibliothèque du Roi	33
II. Observations de Saturne et de ses satellites. Calculs qui s'y rapportent	34
III. Observations d'étoiles filantes	35
IV. Observations des satellites de Jupiter	36
V. Considérations géométriques sur la réfraction atmosphérique	37
VI. Observations de Mars	38
VII. Remarque sur le passage futur de novembre 1677 de Mercure sur le soleil ..	39
VIII. Observations et considérations théoriques sur la comète de 1680-1681	40
Appendice I. Plan de deux étages de l'observatoire de Paris	41—42
Appendice II. Brouillons des diverses pièces qui précèdent etc.....	43—47
Appendice III. Trouver la distance de la terre à la lune, par le diamètre apparent de la lune observé à deux différentes heures en un même jour ou nuit et sa hauteur prise en même temps ¹⁾	48—52
Appendice IV. Méthode de Römer pour calculer l'heure exacte à laquelle le soleil s'est trouvé au méridien, étant données deux heures où il avait une même hauteur, l'une avant l'autre après midi	53—55

¹⁾ C'est le titre que Huygens lui-même donne à cette Pièce.

	Page.
<i>Appendice V. Méthode „pour observer les différences des ascensions droites des étoiles fixes, entre elles et d'avec celle des planètes et du soleil”</i>	56—59
OPPOSITION DE HUYGENS CONTRE UNE THÈSE DÉFENDUE PAR LE FILS DE COLBERT AU COLLÈGE DE CLERMONT À PARIS.	61—65
HUYGENS À L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES. MÉMOIRE POUR CEUX QUI VOYAGENT ¹⁾	67—69
HUYGENS À L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES. LE NIVEAU	71—108
AVERTISSEMENT.	73—79
TITRE	81
I. Un niveau de 1668.	83
II. L'opération du nivellement.	84
III. Niveau que l'on peut rectifier d'une seule station	85—90
IV. Autres considérations sur le niveau de 1679.	91—93
V. Nouvelle invention d'un niveau à lunette qui porte sa preuve avec soi, que l'on vérifie & rectifie d'un seul endroit ¹⁾ , par Mr. Hugen de l'Académie Royale des Sciences.	94—95
VI. A propos du niveau de Cassini montré par lui à l'Académie en novembre 1679	96
VII. Brouillon de la démonstration de la justesse du niveau, etc.	97
VIII. Démonstration de la justesse du niveau dont il a été parlé dans le II. Journal ¹⁾	98
IX. Autre commencement de la démonstration	99
<i>Appendice I. Pour construire mon niveau à lunette qui est dans le Journal des Scavants, plus simplement, à meilleur marché, et moins sujet à être ébranlé par le vent</i> ¹⁾	101—104
<i>Appendice II. Le niveau de 1661 de Thevenot</i>	105—108
PROJET DE 1680-1681, PARTIELLEMENT EXÉCUTÉ À PARIS, D'UN PLA- NÉTAIRE TENANT COMPTE DE LA VARIATION DES VITESSES DES PLANÈTES DANS LEURS ORBITES SUPPOSÉES ELLIPTIQUES OU CIR- CULAIRES, ET CONSIDÉRATION DE DIVERSES HYPOTHÈSES SUR CETTE VARIATION.	109—163
AVERTISSEMENT.	111—132
TEXTE	133—163
LE PLANÉTAIRE DE 1682.	165—184
AVERTISSEMENT.	167—168
TITRE	169

¹⁾ C'est le titre que Huygens lui-même donne à cette Pièce.

	Page.
I. Remarques historiques sur les planétaires antérieurement construits	171—174
II. Corrections à apporter au projet d'un planétaire de 1680-1681	175—180
III. Exécution du projet corrigé à la Haye en 1682	181
IV. Remarques (ou Avis) sur la construction d'un autre planetologe semblable au premier ¹⁾	182—184
DANS DIX MILLE ANS.... OPINION DE HUYGENS SUR LA SOBRIÉTÉ DU STYLE QUI CONVIENT AUX AUTEURS POUVANT ESPÉRER QUE LEURS ŒUVRES SERONT DURABLES.....	185—188
ASTROSCOPIA COMPENDIARIA.....	189—236
AVERTISSEMENT	191—199
TITRE	201
AD LECTOREM (AU LECTEUR).....	202—209
TEXTE DE L'„ASTROSCOPIA COMPENDIARIA, TUBI OPTICI MOLIMINE LIBERATA" (MÉTHO- DE SIMPLIFIÉE D'OBSERVER LES ASTRES, DÉLIVRÉE DE L'INCONVÉNIENT DU TUYAU OPTIQUE)	210—231
<i>Appendice I.</i> Sur le cercle de papier entourant l'objectif	232—233
<i>Appendice II.</i> Sur le mât	234—236
MEMORIEN AENGAENDE HET SLIPEN VAN GLASEN TOT VERRE- KIJCKERS ¹⁾ (MÉMOIRES SUR LA TAILLE DES LENTILLES POUR LU- NETTES À LONGUE VUE).....	237—304
AVERTISSEMENT	239—250
TITRE	251
TEXTE	252—290
<i>Appendice I.</i> De la cuisson du verre dans le fourneau	291
<i>Appendice II.</i> Manière de tailler les verres ordonnée à un Ouvrier ¹⁾	292
<i>Appendice III.</i> Méthode pour donner la forme sphérique parfaite aux formes de laiton	293
<i>Appendice IV.</i> Taille de lentilles, en 1686, avec du verre de Bois-le-Duc ...	294—299
<i>Appendice V.</i> Application de la forme à „un arbre girant de cuivre"	300
<i>Appendice VI.</i> Sur certaines entailles dans les profils des lentilles.....	301
<i>Appendice VII.</i> Considérations sur la qualité des lentilles de 1683-1686. Traductions diverses de grandes parties des Mémoires, etc.	302—304
ASTRONOMICA VARIA 1680-1686.....	305—338
AVERTISSEMENT	307—312
TITRE	313
I. Vers de Huygens en son propre honneur	315

¹⁾ C'est le titre que Huygens lui-même donne à cette Pièce.

	Page.
II. De l'équation du temps	316—318
III. Passage de Mercure devant le soleil en 1631 d'après Gassendi et Schickard, en 1661 d'après Hevelius, en 1677 d'après Gallet et Cassini	319—329
IV. Passage de Vénus devant le soleil en 1639 d'après Horrox	330
V. Mesure de la parallaxe de Mars par Cassini, et remarque de Cassini de 1680 sur les distances des planètes	331
VI. Petitesses du soleil, et de la terre, par rapport aux dimensions du système solaire	332
VII. Conjonctions de planètes	333
VIII. Déplacement dans le cours des siècles du pôle de l'équateur sur la voûte céleste (suivant Megerlin, d'après Huygens) et critique de la pensée de cet auteur	334
IX. Remarque sur la grandeur différente ou égale de la réfraction atmosphérique dans le cas de la lune et du soleil	335
<i>Appendice I.</i> Deux citations de Kepler	336
<i>Appendice II.</i> Fausse equation de Cepler pag. 286 inst. astron. ¹⁾	337—338
QUE PENSER DE DIEU?	339—343
PENSEES MESLEES ¹⁾	345—371
AVERTISSEMENT	347—348
TEXTE	349—371
CONSIDÉRATIONS SUR LA FORME DE LA TERRE	373—376
DE LA CAUSE DE LA PESANTEUR ¹⁾	377—382
CONSIDÉRATIONS ULTÉRIEURES SUR LA FORME DE LA TERRE	383—412
AVERTISSEMENT	385—388
TEXTE	389—402
<i>Appendice I.</i> Sur la mesure de la terre par Picard, etc.	403—404
<i>Appendice II.</i> Sur les observations physiques et mathématiques des P. Jésuites au royaume de Siam	405
<i>Appendice III.</i> Sur la projection de Mercator	406—407
<i>Appendice IV.</i> Vérification de la thèse de Newton que la pesanteur de la lune est égale à la grandeur de la force centrifuge résultant de son mouvement autour de la terre. Calcul, inspiré par les „Principia” de Newton, sur les grandeurs de la pesanteur à la surface du soleil et de la planète Jupiter et sur la valeur de la force centrifuge, cause de l'aplatissement, à l'équateur de cette dernière	408—412

¹⁾ C'est le titre que Huygens lui-même donne à cette Pièce.


	Page.
OBSERVATIONS DE 1689 SUR QUELQUES PASSAGES DES „PRINCIPIA” DE NEWTON, ET NOUVELLES CONSIDÉRATIONS DE CETTE ANNÉE SUR LE MOUVEMENT D'UN CORPS PUNCTIFORME DANS UN MILIEU EXERÇANT UNE RÉSISTANCE PROPORTIONNELLE AU CARRE DE SA VITESSE.....	413—426
DISCOURS DE LA CAUSE DE LA PESANTEUR ¹⁾	427—499
AVERTISSEMENT	429—441
TITRE	443
TEXTE.....	445—488
<i>Appendice I.</i> Accord de la courbe du jet de Huygens, dans le cas d'une résistance proportionnelle à la vitesse, avec celle qu'on trouve par l'intégra- tion des équations différentielles du mouvement	489—493
<i>Appendice II.</i> Considérations de Huygens et d'autres sur la pesanteur etc. en majorité partie postérieures à la publication du Discours de la cause de la pesanteur	494—499
LA RELATIVITÉ DU MOUVEMENT ET LA NON-EXISTENCE D'UN ES- PACE ABSOLU	501—508
AVERTISSEMENT	503—506
TEXTE	507—508
DE RATIONI IMPERVIS. DE GLORIA. DE MORTE ¹⁾	509—528
AVERTISSEMENT	511—512
DE RATIONI IMPERVIS.....	513—516
DE GLORIA	517—521
DE MORTE	522—523
<i>Appendice.</i> De diverses „choses qui ne se peuvent comprendre par la raison humaine” etc.	523—528
RÉFLEXIONS SUR LA PROBABILITÉ DE NOS CONCLUSIONS ET DISCUS- SION DE LA QUESTION DE L'EXISTENCE D'ÊTRES VIVANTS SUR LES AUTRES PLANÈTES	529—562
AVERTISSEMENT	531—538
TITRE.....	539
TEXTE.....	541—562
I. De probatione ex verisimili ¹⁾	541
II. Verisimilia de planetis ¹⁾	542—554
III. Quod animalium productio, præsertim hominum, præcipuum sapientiæ intel- ligentiæque divinæ sit opus ¹⁾	555—559

¹⁾ C'est le titre que Huygens lui-même donne à cette Pièce.

	Page.
IV. Infolitum spectaculum peregrino ex Jove advenienti	560—562
<i>Appendice I.</i> Citations des dialogues de la Mothe le Vayer	563—565
<i>Appendice II.</i> Reproduction d'une partie du „Dialogue de l'Opiniafreté” de la Mothe le Vayer	566—567
<i>Appendice III.</i> Quelques réflexions sur le plaisir, le bonheur etc.	568
ASTRONOMICA VARIA 1690-1691	569—577
TITRE	569
I. Les vitesses de la matière des tourbillons (multilatéraux) à l'endroit de chaque planète gardent la même proportion que les vitesses des planètes mêmes . .	571
II. Mercurius in sole observatus 1690 a Wurtzelbaur ¹⁾	572
III. Firmamentum Sobiescianum ¹⁾	573—575
IV. Conjunctio Veneris et Solis 1691 observata a la Hire ¹⁾	576
V. Faut-il croire à l'existence des tourbillons?	577
DESCRIPTIO AUTOMATI PLANETARII ¹⁾ (DESCRIPTION DU PLANÉ- TAIRE)	579—647
AVERTISSEMENT	581—586
TITRE	587
TEXTE	588—647
<i>Appendice I.</i> Ad machinam planetariam ¹⁾	648
<i>Appendice II.</i> Projet d'une préface	649—651
<i>Appendice III.</i> Un ornement du planétaire (Saturne avec son anneau)	652
ΚΟΣΜΟΘΕΩΡΟΣ (COSMOTHEOROS)	653—821
AVERTISSEMENT	655—675
TITRE	677
TEXTE (français et latin) du Lib. I	680—763
„ „ „ „ „ Lib. II	764—821
<i>Appendice I.</i> Programme	822
<i>Appendice II.</i> Qu'il ne faut pas dire avec Socrate <i>que supra nos nihil ad nos</i> . .	823
<i>Appendice III.</i> Brouillon d'une partie du début	824—825
<i>Appendice IV.</i> Que le P. Daniel aurait dû faire „demeurer des Cartes court” . .	826
<i>Appendice V.</i> Considérations sur la lune, apparemment dénuée d' „une sphère de vapeurs”	827—828
<i>Appendice VI.</i> Argument pour la rotation de la terre tiré de la précession des équinoxes	829—830
<i>Appendice VII.</i> Évaluation grossière de la distance d'une étoile fixe supposée égale au soleil, d'après la grandeur du diamètre apparent de Jupiter	831

¹⁾ C'est le titre que Huygens lui-même donne à cette Pièce.

<i>Appendice I'III.</i> Lettre de Flamsteed de 1673 sur la parallaxe du soleil et sur l'invention du micromètre.....	832
<i>Appendice IX.</i> Détermination approchée de la distance d'une étoile fixe supposée égale au soleil par la considération d'une particule de ce dernier...	833—834
<i>Appendice X.</i> Tables astronomiques, se rapportant aux planètes et leurs satellites.....	835—837
<i>Appendice XI.</i> Diamètre de Mercure, d'après l'observation d'Hevelius et le calcul de Huygens.....	838
<i>Appendice XII.</i> Observation fictive de Vénus passant sur le disque du soleil. Évaluation de la grandeur de l'erreur possible.....	839—841
<i>Appendice XIII.</i> Digressions apparentes des planètes du soleil pour des observateurs placés sur d'autres planètes plus éloignées.....	842



II. PERSONNES ET INSTITUTIONS MENTIONNÉES.

Dans cette liste on a rangé les noms sans avoir égard aux particules *de, a, van* et autres.
Les chiffres gras désignent les pages où l'on trouve des renseignements biographiques ¹⁾.

Aa (P. vander). 430.

Académie (française) des Lettres. 537.

Académie (française) des Sciences. 5, 7, 9—12, 14, 15, 18—20, 23, 30, 32, 43, 46, 47, 73, 74, 76,
77, 81, 91, 94, 97, 98, 101, 119, 197, 236, 240, 241, 331, 348, 379, 388, 430, 447, 478,
576, 583, 674, 675, 891.

Académie des Sciences d'Amsterdam. 892.

Achille. 518.

Adam, le premier homme. 565.

Adam (Ch.). 454, 662.

Agéfilaos II, roi de Sparte. 895.

Aifné (de l')? 69.

Albategnius. 319.

Alberghetti (S.). 111.

Alencé (J. d'). 379, 389.

Alexandre le Grand. 518.

Alfonse X, roi de Castille. 171, 172, **312**.

Alhazen. 15.

Allatius (Leo). 520.

Alphonfini. 318.

Amyot (J.). 553.

Anaxagore, **366**, 533, 553, 562, 738.

Annelant (St.). Voyez Doublet.

Apelles. 519.

Apianus (P.). 171, 172.

Apollonius (Pergæus). 69, 320, 750, 751.

Archelaüs. 533.

Archidamos III, roi de Sparte. 895.

¹⁾ Voyez la note 1 de la p. 675 du T. XVIII.

- Archimède. 78, 171, 172, **173**, **174**, 188, 352, 371, 582, 588, 589, **632**, **633**, **649**, **650**, 663, 750, 751, 825.
- Archytas. 684, 685.
- Argolus. (A.). 333.
- Ariadne. 188, 218, 219, 304.
- Aristarque (Aristarchus Samius). 174, 359, 365, **649**, 682.
- Aristote. **363**, **436**, **511**, 528, **531**, **535**, 557, **563**, **564**, **566**, **567**, 665, **666**, 688, **732**, **768**, **769**.
- Arifloxène. 566.
- Augustin (Saint). 564.
- Aumerie (F. M. G. d'). 586.
- Auzour (A.). 9, 11, 12, 14, 18—21, 25, 26, 30—33, 43, 73, **91**, 105, 142, 191, 192, 197, 585, 832.
- Avaux (J. A. comte d'). 197.
- Baco Verulamius. 188, 446, **567**.
- Baile (P.). 197.
- Barbaro (D.). 77.
- Bartsch (J.). 309, 336.
- Basilides. 563.
- Beaune (Fl. de). 30.
- Beeckman (I.). 248.
- Behringen (H. de). 193, 197.
- Bekker (J.). 563, 564, 566.
- Bellaar Spruyt (C.). 511.
- Bénard (V.^{re}). 826.
- Bergson (H. L.). **659**, 665.
- Bernier (F.). 585.
- Bernoulli (Jean). **499**.
- Berthoud (F.). 174.
- Bertinus (M.). 659.
- Beyrie (de) 475.
- Bianchini (Fr.). 236.
- Bibliothèque de l'université de Leiden. 415, 826, **893**.
- Bibliothèque royale à Paris. 8, 17, 18, 23, 33, 113.
- Bibliothèque royale de S. Laurentius Escorialis à Madrid, 173.
- Bierens de Haan (J. A.). **821**.
- Bigourdan (G.). **12**, 13, 194.
- Blankenburg (Q. G. van). 662.
- Boerhaave (H.). 242, 244, 252, 254, 258, 260, 262, 266, 283, 304.
- Boffat (A.). 192.
- Bombelli (R.). 585.

Bonne (R.). **388**.

Bopp (K.). 496.

Borelli (J. A.). 194, 195, **241**, **621**, 818, 819.

Borghese (M. A. prince). 197.

Bouguer (M.). **388**.

Boulliau (I.) ou Bullialdus. 19, 32, **112**, 113, **117—119**, 129, 135, 136, 138, 143, **178**, 318.
324, 327.

Boyle (R.). 197, **531**.

Bradley (J.). 302, 303, 658.

Brahe (Tycho). **10**, **15**, **118**, **130**, 172, 316, 318—320, 322, **327**, **357**, 358, **360**, 361, 541,
582, 583, **651**, 669, 682, 683, 692, 693, 766, 767, 808, 809, 825, 891.

Brengger (J. G.). 682.

Brewster (D.). 435.

Brouncker (W.). 585.

Brunet (P.). **496**, **567**.

Bruno (Giordano). **351**, **352**, 359, **360**, **507**, **536**, 553, 659, 660, 666, 682, 683, 816, 817, 822.

Brunschvicg (L.). 663.

Burckhardt (W.). 441.

Buot (J.). 27, 51.

Burgius (J.). 172.

Burnet (Gilbert). 303.

Burnet (Thomas). **566**, **567**, **661**.

Cæsar (C. Julius). 188, 517, 518.

Cajetanus (cardinal). **565**.

Calthoff (Caspar). **245**.

Calvin (J.). **662**, 667.

Campani (G.). 193, 194, 197, 198, 226, 227, 240, 241, 658, 704, 777, 778.

Carcavy (P. de). 20, 31.

Cardan (H.). 445.

Carnéade. **533**, **534**, 537.

Carnot (S.). 659.

Cartes (R. des). **4**, 16, **112**, 124, 130, 143, 187, 226—228, 312, **311**, **312**, 350, 353, 361, 366,
367, **370**, 381, 382, **431**, 432, 434—439, **446**, 447, 448, 451, 454, 459, 472, **473**,
494, 497, 498, 522, **525—527**, **531**, 532, 541, 556, 565, 577, **661**, **662**, **664**,
667, 700, 701, 752, 753, 818—822, 826.

Cartésiens (les). 525.

Cafe. 197.

Caspar (M.). 336, 584, 682.

Caffini (J. D.). **7**, 9, **12**, 15, 17, 18, 20, 26, 75, 81, 96, 193, **194**, 196, 198, 204, 205, 208, 210,
211, 226, 227, 308, 311, 313, 323, 326—329, **331**, **332**, 348, 359, 362, **376**, 410,

- 477, 511**, 582, **583**, 602, 668, 669, 670, 695, 704, 705, 776—783, 832, 835—837, 891, 892.
- Cataldi (P. A.). 585.
- Catilina (L. Sergius). 521.
- Cavalieri (B.). 132, 143, 144, 172 (voyez autli Filomanzia).
- Cavendish. 303.
- Cellanus. Voyez Sarzofus.
- Cefalpinus (A.). **63**, 64, 65, 891.
- Ceulen. (J. van). 163, 167, **168**, 182, 349, 583, 585.
- Chamberlain. 347, 349.
- Chamberlain (Edward). 349.
- Chamberlain (Peter). 349.
- Chapelain (J.). 228.
- Chapelle Bessé (H. de la). 112.
- Chappotot ou Chapotot. 75, 79, 891.
- Charles Emmanuel II, duc de Savoie. 61.
- Charles-Quint, empereur allemand, 171, 172.
- Chéruel (M.). 61.
- Chiang Yee. 734.
- Christian, roi de Danemark. 171.
- Christine, reine de Suède. 661.
- Chrysippe. 534.
- Cicéron (M. Tullius Cicero). **4**, 172, 173, 375, **511**, 512, 513, 517, **518**, 520, **533—535**, 537, 558, 563—566, 588, 589, 650, 651, 663, 665, 666, 684, 768, 769, 794, 894.
- Claerbergen (Ph. E. Vegelin van). 197.
- Clairaut (A. C.). 466.
- Claudianus (Cl.). 173, 649.
- Clemens (Cl.). 172, **173**.
- Cléomède. 15.
- Clerfelier (Cl.). 454.
- Colbert (J. B.). 8, 30, 52, 61, 63, 74, 111, 114, 163.
- Colbert (J. B. fils), marquis de Seignelay. **61, 63**.
- Colbert (J. N.). **61**.
- Collège de Clermont à Paris. 61, 63, 64.
- Collegium imperiale Societatis Iesu à Madrid. 173, 174.
- Columella (L. Junius Moderatus). 561.
- Commandinus (F.). 365.
- Commentateurs d'Aristote. 436.
- Compagnie des Indes Orientales. 416, 430, 466.
- Condamine (Ch. M. de la). 388.
- Coote (C. H.). 172.

Copernic (N.). 33, 65, 114, 130, 131, 141, 172, **174**, 318, 320, 334, 349, 352, **357**, 358, 361, 366, 370, 434, 452, **511**, 553, 554, 567, **568**, 582, **583**, 588—591, **619—651**, 663, 680, 681, 688—695, 766—769, 771. 808. 809, 820—822, 824, 829, 830.

Corteboef. 197.

Couplet (C. A.). 27.

Covell (J.). 197.

Crabtree (W.). 330.

Crommelin (C. A.). **585**.

Croon. 832.

Cusa (Cardinal de) ou Nicolaus Cusanus. 369, 534, **553**, 565, 664, 682, 683.

Cyrtatus (J. B.). 659.

Daniel (G.). **826**.

Dante Alighieri. 743.

Delambre (J. B. J.). 11, 12, 15, 17—19, 30, 92, 118, 602, 832.

Démocrite. 351, **361**, **369**, 434, 435, **415**, 552, 553, **567**, 682, 700, 701.

Descartes. Voyez des Cartes.

Dewilm (ou de Wilm). Voyez le Leu de Wilhem.

Didier. Voyez Saint-Didier.

Dierkens ou Dierquens (S.). 197.

Dio, tyran de Syracuse. 554.

Diogène de Laërce. 554, 558.

Direk. 242.

Directeur de la Bibliothèque de l'Université de Leiden. 415.

Directeurs de la Compagnie des Indes Orientales. 416, 430, 466, 467.

Directeurs de la Société hollandaise des sciences de Haarlem. **893**.

Ditfheim (P.). 586.

Divinis (Eustachio de) ou E. Divini. 241, 534.

Dondi (G. de). 171.

Dorveaux (P.). 25.

Doublet (Philippe), seigneur de St. Annelant. 197, 240.

Mme Doublet. Voyez Huygens (S.).

Dubois (P.). 586.

Dufour(?). 674.

Duhamel. Voyez du Hamel.

Duillier (N. Fatio de). 385, 422, 425, 426, 435, **468**, 475, 494, **495—496**, 553.

Durven (les frères van). 197.

Dyck (W. von). 336, 584, 682.

Dijksterhuis (E. J.). **436**.

Eifinga (Eifé). 586.

Eneström (G.). 479.

Enk (P. J.). **823**, 895.

Epicure. **351**, **364**, 435, 445, 518, 556, 557, 564, **567**, 894.

Epicuriens (les). 528, 568, 769, 894.

Érasme (Desiderius Erasmus). 518, **662**, 823.

Erigena. Voyez Scotus.

Éspagnet (J. d'). 212.

Euclide. 69, **531**, **532**, 630, 631, 718, 750, 751, 810, 811.

Eugenio, Ammiraglio di Sicilia. 15.

Fabri (H.). **308**, 359, 534.

Fabricius (D.). 659.

Fabry (Ch.). 7, 8.

Facio. Voyez Duillier.

Faust. 520.

Ferdinand I, empereur allemand, 171, 172.

Fernel ou Fernelius (J.). 172, 656.

Ferrier (J.). 228.

Filomanzia, nom de plume de B. Cavalieri. 172.

Flammarion (Camille). 675.

Flammarion (E.). 13.

Flamsteed (J.). 331, 388, 401, 602, 669, 782, 783, 832.

Fontenelle (B. le Bovier de). 343, 656, **659**, 675, 682, 683, 829.

Fournier (G.). 32.

Frenicle de Beffy (B.). 20, 31.

Fueter (E.). **312**, 496.

Fullenius (B.). 193, 196, 197, 228, **581**, 596.

Gægh. 197.

Galilei (Galileo). 187, **210**, **211**, 434, **461**, **512**, **568**, 659, 694, 695, 776, 777, 824.

Gallet (J. C.). 177, 307, 308, 313, 323, 324, 327, 622.

Gallois (J.). 163, 182.

Gafcoigne ou Gafcoyne, 832.

Gallendi (P.). 119, **307**, 308—310, 313, 319, 321—323, 325—329, 336, **431**, 438, 439, 555.
694, 695.

Generini (Fr.). 17.

Georg der Fromme, lantgrave de Hesse. 336.

Gerland (E.). 105.

Gilbert (W.). **567**.

Goethe (J. W. von). 520.

Govi (G.). 15.

- Graaf (J. de). 397.
 Grandi (G.). 441.
 Gravesande (W. J. 's). 303, 341.
 Grégoire de Saint-Vincent. 434, 479, **486**, 487.
 Gregorius I (Gregorius magnus, pape). 563.
 Gregory (J.). **308**, 602.
 Gresham College. 195, 435.
 Gröningius (J.). 425, 426.
 Gueroult (M.). **503**.
 Guillaume le Taciturne. Voyez Willem I.
 Guillaume III. Voyez Willem III.
 Guldenstolp. 197.
 Guldin (P.). 505.
 Gutschoven (G. van). 245, 247.

 Hadley (J.). 302.
 Halley (E.). **326**, 375, 496, **602**, 673, 674, 835, 836, 838.
 Hamel (J. B. du). 10, **18**, 74—76, 195, 197.
 Hanotaux (G.). 7.
 Hartfocker (N.). 195, 198, 241, 242.
 Hautefeuille (J. de). 75, 192, 197, 214.
 Havinga (E.). 586.
 Hecker (J.). 327.
 Heiberg (J. L.). 630.
 Helder (Th.). 430.
 Henfe (O.). 563.
 Herakleides Pontikos. **651**.
 Herwart de Hohenburg (J. G.). 584.
 Héfiode. 804, 805.
 Hevelius (J.). 119, **149**, 177, 178, 195, 197, 198, 307—310, 313, 323—326, 328, 330, 569, 572, **573**, 670, 696, 697, 838.
 Hicetas. 567.
 Hipparque. 573, 692, 693, 829, 830.
 Hire (Ph. de la). **13**, 18, 74, **75**, 76, 78, 79, 84, 97, 111—113, 195, 196, **236**, 376, 379, 429, 569, 573, **576**.
 Holwarda (Joh. Phocylides). **368**.
 Homère. 3, 518, 519, 563.
 Hooke (R.). 16, 197, **303**, **360**, **671**, 832.
 Horace (Q. Horatius Flaccus). 188, 678.
 Horrebow (P.). **11**, 12, 59, 75, 92.
 Horrox (J.). 149, 177, 309, **310**, 313, 330.

Hofius (C.). 565.

Hospital (G. E. A. marquis de l'). 499, 893.

Hudde (J.). 197.

Huygens (Christiaan, grand-père, dit Christien de Oude). **661**.

Huygens (Constantijn, père). 20, 105, 193, 197, 242, **661**.

Huygens (Constantijn, frère). 191, 192, 194—199, 236, **239—243, 245, 247—250**, 266, 296, **302, 303**, 355, 385, 522, 656, **657, 658**, 661, 664, 677, 680—683, 764, 765, 778, 779, 824—825, 828.

Huygens (Lodewijk). 19, 20, 97, 101, 197, 242, 522.

Huygens (Sufanna), épouse de Ph. Doublet. 240.

Jäger (W.). **666, 768, 769**.

Janvier (A.). 586.

Jeans (J.). 659, **660**.

Jésuites (les pères). 405, 467. Voyez aussi Collegium imperiale etc.

Johannes III, roi de Pologne. 573.

Julianus Apostata, empereur romain. 520.

Jurin (J.). 302.

Justel (H.). 192, 197.

Kaifer (F.). **302, 304**, 658.

Kaltoff, Kalthoven. Voyez Calthoff.

Karl, landgrave de Hesse. 198, 236.

Karneades. Voyez Carnéade.

Kästner (A. G.). 304.

Kaufmann (N.). Voyez N. Mercator.

Keill (J.). 499.

Kepler (J.). **4**, 17, 33, 36, **112**, 113, **114, 116—134**, 137—143, 145—149, 172, 177, 178, 180, 188, **309**, 310, 313, 318, **319—320**, 322, **326**, 327, 329, 336—338, 348, **349, 350**, 352—354, **357, 361**, 366, **367, 369**, 434, **438, 446, 472**, 479, 495, 542, 551, **576**, 582, **584**, 590, 591, **606, 607, 622**, 642—647, **650, 651**, 659, 668, 669, 682, 683, 692—695, 734, 738, 784, 785, 792, 793, 798, 808—813, 818, 819, 822, 835, 895.

Kepler (L.). 683.

Kircher (A.). 659, 663, 684, 695, 764—766, 768, 770, 771, 830.

Korteweg (D. J.). **415, 892, 893**.

Laboratoire de physique de l'université d'Amsterdam. 303.

Lactantius (L. Coelius Firmianus). 823.

Laelius (C.). 684.

Lagrange (J. L.). **114**.

- Land (J. P. N.). **311**.
 Langendelf (C.). 242.
 Langrenius ou van Langeren (M. F.). 659.
 Lanfbergen (Ph. van). 130, 172, 318, 327.
 Laplace (P. S. marquis de). **320**.
 Laviffé (E.). 8, 63.
 Lebas. 240, **241**, 246, 247, 249, 288.
 Lebas (V.^{re}). **241**.
 Leeuwenhoek (A.). 197, 667, 760.
 Lefèvre d'Ormesson (O.). 61.
 Legendre (A. M.). **499**.
 Leibniz (G. W. von). 3, 10, 12, 121, 342, 381, **421**, **436**, 439, 479, **483**, 494, **495**, 497, **498**,
504, 505, 508, **556**, 656, 661, 667, 826, 893.
 Lemoine (J.). 61.
 Lefage (G. L.). 495, 496.
 Leu de Wilhem (Maurits le). 197.
 Limojon de Saint-Didier. Voyez Saint-Didier.
 Lin Sen. **731**.
 Lipsius (Justus). 894.
 Lodge (O.). **665**.
 Longfellow (H. W.). 3, 521.
 Longomontanus (Chr. S.). **130**, 318, 320, 322, 358, 659.
 Lorentz (H. A.). **415**.
 Lorenz (O.). 336.
 Louis XIV, roi de France. 8, 9, 11, 13, 61, 73, 74, 76, 195, 226, 227, 537.
 Louis XV, roi de France.
 Louvois (J. M. le Tellier, marquis de). 196, 197.
 Lucianus. 682, 683, 894, 895.
 Lucilius (Junior). 563.
 Lucrèce (T. Lucretius Carus). **364**, **435**, 436, 445, 520, 557, 568, **665**.
 Lulofs (J.). **839**.
 Luther (M.). **662**, 667.

 Macrobe (Ambrosius Theodosius Macrobius). 520, **651**.
 Mæstlin (M.). 659.
 Mahomet. 518.
 Maindron (E.). 9.
 Marcellus (M. Claudius). 517.
 Mariotte (E.). 77, 78, 376.
 Mathieu (Saint), évangeliste. **662**.
 Maury (L. F. A.). 9.

Maximilianus II, empereur allemand. 171.
 Megerlin (P.). **311**, **312**, 313, 334.
 Meibomius (M.). 187.
 Meier (G.). 342, 522.
 Menard ou Mefnard. **210**, 242.
 Menard fils. 242.
 Menippos. 895.
 Mercator (Gerhard). 402, **406**.
 Mercator (Nicolaus). 113, 120, 121, 141.
 Merfenne (M.). 454, 806, 807, 834.
 Metius (A.). **632**, **633**.
 Mewes (R.). 441, 496.
 Mieli (Aldo). **567**.
 Migon. 13.
 Moetjes ou Moetjens (A.). 656, 674.
 Moïse ou Mofès. 311, 534, 557, 664.
 Molyneux (Samuel). 304.
 Molyneux (William). **96**, 195, 304, 585.
 Monceaux (de). 69.
 Monnier (P. le). 11, 14, 20, 42.
 Montagne (de la). 542.
 Montmort (H. L. H. de). 212.
 Moore ou Moor (J.). 241.
 Moray (R.). 20, 191.
 Moretus (B.). 894.
 Morin (J. B.). 16, **17**, 30, 33.
 Mothe le Yayer (Fr. de la). **1**, **537**, **538**, 557, 563, 564, **566**, **567**, 577.
 Mouton (G.). 142, 143, 338.
 Musée communal de la Haye, frontispice (sous le portrait de C. Huygens).
 Musée-Huygens Hofwijck à Voorburg, même endroit.
 Muffchenbroek (J. A.). 197, 242.

Neaulme (J.). 675.
 Nederlandsch Historisch Natuurwetenschappelijk Museum. 111, 303, 304, **585**.
 Neile (P.). 119.
 Neper ou Napier (J.). 424, 487, 489.
 Newton (I.). **1**, 112, 118, **128**, **143**, 195, 226, 227, **230**, 303, 343, 348, 349, 375, 379, **385**,
386, 391, 392, 394, **408**, 409, 412, 413, **415**, 416—418, 420, **421**, **422**, 423, 425,
 426, 429, 431, 432, **433**, 434, **435**, **437**—**441**, 448, **461**, 466, 468, **472**—**474**,
 482—484, 489, **491**—**496**, 498, 499, 503, **501**, 505, 553, 554, 561, 571, 572, **577**,
582, 668—671, 673, 698, 818, 819.

Nierop (van). Voyez Rembrantfz. van Nierop.

Niquet (V.). 20.

Observatoire de Copenhague. 12.

Observatoire de Leiden. 304.

Observatoire de Paris. 7, 9, 11, 12, 18, 20, 41, 42, 57, 73, 194, 195, 241, 576.

Observatoire d'Utrecht. 303.

Oldenburg (H.). 19, 240, 331, 479.

Oosterwijk (S.). 242.

Oratoriens. 18.

Orellius (Io. Casp.). 518.

Orefme (N.). 688.

Ovide (P. Ovidius Naso). 174, 519, 650, 666, 740.

Pagan (Bl. Fr. de). 113, 138, 143, 891.

Palais de la découverte, à Paris. **660**.

Paolo (le père). Voyez Sarpi.

Papin (D.). 198, 440, 497, **498**.

Pappus. 365.

Pardies (I. G.). **64**, 479.

Parménide. 558.

Pascal (Bl.). **663**.

Périclès. 366.

Perrault (Claude). **12**, 20, 77, 78, 197.

Perrault (Pierre). 435, 532, 533.

Petit (P.). 18—20.

Pezenas (L. P.). 304.

Phidias. 519.

Philippe I de Hesse (Philip der Grofmütige). 336.

Philippe de Hesse ou de Butzbach. 236, 336.

Philolaus. 552, **554**, 567, 649.

Picard (E.). 7.

Picard (J.). 9, 11, **12**, **13**, 16, 18, 20, 21, **32**, **73—76**, 78, 79, 84, 97, 142, **143**, **348**, 359, **393**, 403, 404, 416, 434, 460, 669, 830.

Platon. 173, **375**, **520**, 531, **533**, 553, 558, **566**, **567**, **651**, 668, **768**, **769**, 810, 811, 823.

Pline (C. Plinius). 547.

Plutarque (ou Pseudopltarque). 351, 518, **553**, **554**, 562, **671**, 794, 795, 818, 819, 895.

Poggendorff (J. C.). 572.

Pohlenz (M.). 173.

Porta (B.). 210, 211.

Pofidonius. **172**, **173**, 352, 588, 589, 650, 825.

- Pound (J.). **302—304**, 658.
 Power (H.). 351, 356.
 Ptolémée. **15**, 33, 130, 171, 172, **317**, **318**, 357, 358, 651, 692, 693, 825.
 Purbach (G.). 13.
 Puyrichard. 75.
 Pythagore. 518, 519, **533**, 553, 558, **566**, 668, 756, 757, 810, 811.
 Pythagoriciens (les). 554, 650.

 Quintilien (M. Fabius Quintilianus). 188.

 Radau (R.). 12.
 Rambaud (A.). 8, 63.
 Reichenbach (G. von). 13.
 Reinerius (V.). 327.
 Rembrantfz. van Nierop (D.). **130**, **131**, **187**, 361, 437, 603.
 Renieri. Voyez Reinerius.
 Repfold (J. A.). 13, 92, 105.
 Reverchon (L.). 586.
 Reymer von Streypkerck. 172.
 Rheita (A. M. de). 659.
 Riccioli (J. B.). 32, 119, 143, 144, **167**, **168**, 171, 172, 176—179, 317, 318, 327, 360, 365, 574, 575, **626**, **627**, 663, 669, 695, 824, 830, 835.
 Richelieu (le Cardinal de). 17.
 Richer (J.). 18, 311, 331, **376**, **296**, 397, 429, **430**, 464, **602**.
 Richot. 197.
 Roberval (G. Perfonne de). 30, 31, 33, **446**.
 Roger (E.). 674.
 Rohault (J.). 432, 434, 436, 446, 453.
 Romein (les époux). **533**.
 Romein-Verfchoor (Mme A.). 533.
 Romein (J.). 533.
 Römer (Ole). **10—14**, 20, 53, 55, 59, 75, 76, 79, 92, 111, 151, **158**, 307, 311, 434, 473, 541, **583**, 588, 695.
 Rofenberger (F.). 572.
 Rothmann (Chr.). 172, 891.
 Roque (J. P. de la). 197.
 Royal Society. 192, 236, 303, 304, 360, 435, 658, 832.
 Royer (Fr. (?) de). 131.

 Saint-Didier (A. Touffaint Limojon de). 197.
 Saint-Maurice (Th. F. Chabod, marquis de). 61.
 Salluste (C. Sallustius Crispus). 521.

- Sallustius philosophus. 521.
 Sanfon (N.). 74.
 Sarpi (Pietro), dit Padre Paolo. **536, 561.**
 Sarzofus (Fr. Sarzofus Cellanus). 172.
 Scheiner (Chr.). 659.
 Schickard (W.). 308, 309, 313. **319, 320, 321—323, 325, 326, 329, 336.**
 Schiedges (P. P.). frontispice (sous le portrait de C. Huygens).
 Schmidt (Fr. W.). 662.
 Schöner ou Schonerus (J.). 172.
 Schott (G.). 684, 764, 766, 768.
 Schuylenburg (J. van). 197.
 Schweizerische Gesellschaft für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften. 312.
 Schwenter (D.). 585.
 Scipio (P. Cornelius). 521.
 Scotus (J. Erigena). 564.
 Seignelay (marquis de). Voyez J. B. Colbert fils.
 Senatus Romanus. 518.
 Sénèque (L. Annaeus Seneca). **542, 563, 565, 894.**
 Serenus (Annaeus). 894.
 Servi (ordine de'). 538.
 Sextus Empiricus. 534, 563.
 Shakerley (J.). 307.
 Shakespeare (W.). 375.
 Silvius ou Sylvius (Alexius). **172, 174.**
 Simonde de Sismondi (J. C. L.). 63.
 Smith. 347, 349.
 Smith (R.). 304.
 Snellius ou Snel van Royen (W.). **13, 74, 403, 434, 460.**
 Société hollandaise des sciences de Haarlem. 824, **893.**
 Societas Iesu. 173, 174, 826. Voyez aussi Jésuites etc.
 Société suédoise d'histoire de la médecine etc. Voyez Schweizerische Gesellschaft.
 Socrate. 533, 823.
 Soliman ou Suleiman II, sultan de Turquie. 171.
 Spinoza (B.). 242.
 Spruyt. Voyez Bellaar Spruyt.
 Stevens of Vermont (H.). 172.
 Stevin (S.). 187.
 Stoïciens (les). 549, 894.
 Swammerdam (J.). 667.
 Sylvius. Voyez Silvius.

- Tacquet (A.). 360, 662, 663.
 Tases. 558.
 Tannery (P.). **8**, 63, 454, 479, 662.
 Thevenot (M.). 32, 81, **105—108**, 191, 197.
 Timée. 651.
 Torrianus (L.). 171, 651.
 Torricelli (E.). **179**.
 Townley ou Towneley (R.). 832.
 Tubero (Oratius), personnage fictif. 537. Voyez la Mothe le Vayer.
 Tycho Brahe. Voyez Brahe.
 Université municipale d'Amsterdam. 303, 892.
 Université de Bâle. 311, 334.
 Université de Groningue. 823.
 Université de Leiden. 42, 92, 201, 415, 511, 604, 608, 826, 839, 893.
 Université d'Oxford. 118, 119.
 Université de Strasbourg. 505.
 Universités du dix-septième siècle et des siècles précédents. 63.
 Uyenbroek (P. J.). 302, 303.
- Vallius. Voyez van der Wal.
 Varin. 376, **405**.
 Vaugondy (R. de). 388.
 Verulamius. Voyez Bacon.
 Vitellio. 319.
 Vitruve (M. Vitruvius Pollio). 76—78, 234.
 Viviani (V.). 105, 197.
 Volder (B. de). 197, **331**, 430. **581**, 596.
 Vollenhoven (C. van). 511.
 Vollgraff (J. A.). **880**, **893**.
 Voltaire (Fr. M. Arouet). 656.
 Vondel (Joost van den). 520.
 Vossius (L.). 197.
- Waefberghe ou Waefbergen (J. van). 198.
 Wal (H. van der). 188.
 Wallis (J.). 197, **365**, **585**, 657.
 Ward (Seth). **112**, 113, **117—125**, 128, 135—143.
 Wendelinus (G.). 36, 659.
 Wilhelm, lantgrave de Hesse. 172.
 Wilkins (G.). 542.
 Willem I, stadhouder, dit Willem de Zwijger. 661.

Willem III, stadhouder et roi d'Angleterre. 657. 677. 680. 681.

Wolf (A.). 194.

Wolf (C.). 11, 12, 20, 21, 42, 194, 195.

Wolf (R.). 10.

Wolfgang (A.). 826.

Worcester (E. Somerfet. marquis de). 245.

Wren (Chr.). 197, **367**.

Wurtzelbaur (J. Ph.). 569, **572**, 674.

Wijk (W. E. van). 586.

Xénophane. 534, 794, 795.

Xénophon. 823.

Xylander (G.). 794.

Zeller (E.). **531**.

Zenneck (J.). 496.

Zénon. 564, 894.

III. OUVRAGES CITÉS.

Les chiffres gras désignent les pages où l'on trouve une description de l'ouvrage.

Les chiffres ordinaires donnent les pages où il est question de l'ouvrage, ou qui contiennent dans le cas de Huygens la reproduction de l'ouvrage.

Ch. Adam. Voyez *des Cartes*.

L. Allarius. Voyez *Sallustius philosophus et Opuscula mythologica etc.*

J. Amyot. Voyez *Plutarque*.

P. Apianus. *Astronomicum Cæsareum*, 1540. 171, **12**.

Apollonius, *De locis planis*. 750, 751.

Archimède, *Description du planétaire (ouvrage perdu)*. 649.

„ *De sphaera et cylindro*. 750, 751.

„ *Quadratura parabolæ*. 750, 751.

„ *Ἀρενάρια* ou *Arenarius*. 371, 649.

Aristote, *De anima*, 528, **563** (ed. *J. Bekker*).

„ *De cælo*. 666.

„ *Dialogues (ouvrage perdu)*. 666.

„ *Dialogue περὶ τοῦ οὐρανοῦ*. 768, 769.

„ *Métaphysique*. 566, 732.

„ *Meteorologica* (ed. *J. Bekker*). **564**.

„ *Opera logica*. 511.

Voyez *W. Jaeger*.

Voyez *N. Oresme*.

Aristarque (Aristarchus Samius), *De magnitudinibus et distantis solis et lunæ liber cum Pappi Alexandrini explicationibus quibusdam*, ed. *F. Commandinus*, 1574, 359, **365**. Ed. *J. Wallis*, græce et latine, 1688, 365.

A. Argolus, *Ephemerides*, 1638. 333.

J. F. M. G. d'Armerie. Voyez *Planetariumboek Eise Eisinga*.

A. Auzout, *Discours de 1666 ou 1667 à l'Académie*. 9, 12, **25**, 26.

„ *Discours sur l'expédition de Madagascar, 1667*. **32**, 33, 191.

„ *Ephéméride de la comète de la fin de l'année 1664 et du commencement de l'année 1665 (avec Dédicace au Roi)*, 1665. 9, 73.

„ *Lettre à Oldenbourg*, 1665. **19**.

„ *Lettre de 1666 à la Royal Society*. 832.

- J. Ausout*, Traité de l'utilité des grandes lunettes, et de la manière de s'en servir sans tuyau (ouvrage annoncé, mais non publié). 19.
- „ Traité du micromètre ou manière exacte pour prendre le diamètre des planètes et la distance entre les petites étoiles. 1667. 1^{er}, 21, 91.
- Baco Verulamius*, Novum organon. 567.
- D. Barbaro*. Voyez *Vitruve*.
- J. Bartsch*, Lettre ouverte à *Kepler*, 1628. 336.
- „ Voyez *Kepler*.
- J. Beeckman*, Journal. 248.
- H. L. Bergson*, L'évolution créatrice, 1907. (33^{ème} éd. 1929). 659, 665.
- Jean Bernoulli*, Opera omnia, 1742. 499.
- „ Responso ad nonneminis provocationem, 1719 et 1742. 499.
- J. Bekker*. Voyez *Aristote*.
- C. Bellaar Spruyt*, Biographie de *J. P. N. Land*, 1899. 511.
- „ Voyez *J. P. N. Land*.
- F. Berthoud*, Histoire de la mesure du temps par les horloges. 1802. 174.
- Fr. Bianchini*, Hesperii et Phosphori nova phaenomena sive observationes circa planetam Veneris, 1728. 236.
- G. Bigourdan*, L'astronomie, évolution des idées et des méthodes, 1920. 13, 194.
- „ Publication des observations de Cassini, 1900. 12.
- H. Boerhaave*. Voyez *Chr. Huygens*.
- A. Boshat*, Telescopium catadioptricum et diacatoptricum, 1682. 192.
- R. Bombelli*, L'algebra parte maggiore dell'arithmetic. 1572. 585.
- K. Bopp*, Drei Untersuchungen zur Geschichte der Mathematik, 1929. 496.
- G. A. Borelli*, Extract of a letter about the prices of his telescopes, 1678, 241.
- „ Voyez „An intimation given in the Journal des Sçavans etc.”
- M. Bouguer*, La figure de la terre, déterminée par les observations de MM. *Bouguer* et de la *Condamine*, 1749. 388.
- „ Nouveau traité de navigation, contenant la théorie et la pratique du pilotage, 1753. 388.
- I. Boulliau* ou *Bullialdus*, Astronomia Philolaëa (avec Tabulæ Philolaëa), 1645. 113, 117—119, 135.
- „ Astronomiæ Philolaëa fundamenta clarius explicata et asserta adversus Serhi Wardi impugnationem. 1657. 119, 129, 135.
- R. Boyle*, Chymista scepticus, 1661. 534.
- Tycho Brahe*. Correspondance. Voyez *Chr. Rothmann*.
- „ Oeuvres. 130.
- D. Brewster*, Memoirs of the life, writings and discoveries of *Sir Isaac Newton*, 1855. 435.
- P. Brunet*, Introduction des théories de Newton en France au XVIII^e siècle, 1931. 496.
- P. Brunet* et *A. Mieli*, Histoire des sciences; antiquité, 1935. 567.
- G. Bruno*, De immenso et innumerabilibus, 1590. 351, 359.

G. Bruno, De l'infinito universo e mondi. 682.

„ De monade, numero et figura, 1590. 359.

H. Burckhardt. Voyez *Chr. Huygens*.

Th. Burnet, Archæologiæ philosophicæ libri duo, 1692. 566, **661**.

H. Cardan, De subtilitate libri XXI, 1551 et 1614. 445.

R. des Cartes, Cogitationes privatae, 1619. 762.

„ Compendium musicae. 752.

„ Discours de la Méthode, 1637. 341, 531.

„ Le monde ou traité de la lumière et des autres principaux objets des sens, 1664, **667**
826.

„ Lettres, éd. *Cl. Clerfeliier*, T. II, 1659. 454.

„ Méditations touchant la philosophie première. 1647. 341.

„ Météores, 1637. 497.

„ Oeuvres (éd. *Ch. Adam* et *P. Tannery*), 454.

„ Principia Philosophiæ, 1644. 312, 341, 342, 353, 438, 451, Ed. de 1677. **525**, 526
527, **663**, **826**.

M. Caspar. Voyez *Kepler*.

J. D. Cassini, Abregé des observations et des reflexions sur la comete qui a paru au mois de Decembre 1580, 1681. 17, 331, 602.

„ De l'origine et des progrès de l'astronomie et de son usage dans la géographie et dans la navigation, 1693. **15**, 26.

„ Epistola ad editorem Transactionum Anglicarum, exhibens correctiones circa theoriâ quinquæ satellitum Saturni (traduction latine des *Acta Eruditorum*), 1687. 836.

„ Les elemens de l'astronomie verifiez par *M. Cassini* par le rapport de ses tables aux observations de *M. Richer* faites en l'isle de Caïenne, 1672. 311, **331**.

„ Histoire de la découverte de deux planètes autour de Saturne. 1677. **365**.

„ Nouvelle découverte des deux satellites de Saturne les plus proches, 1686. **191**.

„ Reflexions sur les observations de Mercure dans le soleil, 1677, 326, **327**, 328.

„ S'il est arrivé du changement dans la hauteur du pôle, ou dans le cours du soleil, 1693. **18**.

„ Voyez *G. Bigourdan*.

P. A. Cataldi, Trattato del modo brevissimo di trovar le radice quadre delli numeri, 1613. 585.

B. Cavalieri, Directorium generale uranometricum, 1632. 132, 144.

„ Trattato della ruota planetaria perpetua, 1646 (publié sous le pseudonyme Silvio Filomanzio). 172.

Cellanus. Voyez *Fr. Sarzofus*.

A. Cesalpino, Quæstiones peripateticæ, 1593. **63**. Editions antérieures du même ouvrage: voyez les Additions et Corrections, se rapportant à la p. 63.

Jules César, Oeuvres. 518.

- Chappotot*, Niveau à Lunette, qui porte sa preuve avec soy que l'on verifie & rectifie d'un seul endroit, 1680. **25**, 79.
- M. Chéruel*. Voyez *Lefèvre d'Ormesson*.
- Chiang Yee*, Chinesse calligraphy, an introduction to its æsthetic and technique, avec préface de *Lin Sen*, ± 1937. 734.
- Ciceron* (*M. Tullius Cicero*), *Academica*. 794.
- „ De divinatione. 513, 558.
 - „ De finibus bonorum et malorum, 565.
 - „ De gloria (ouvrage perdu). 517.
 - „ De natura deorum. 172, 535, 650, 769.
 - „ De oratore. 375.
 - „ *Lælius* de amicitia liber. 684.
 - „ Oeuvres. 563.
 - „ Oeuvres philosophiques. 4.
 - „ Opera quæ supersunt omnia ac deperditorum fragmenta, ed. *Io. Casp. Orellius*, 1828. 518.
 - „ Oratio pro Marcello. 517.
 - „ *Somnium Scipionis*. 520, 651.
 - „ *Tulculanæ disputationes* (ou *T. quæstiones*). **123** (ed. *M. Pohlenz*, 1918), 512, 533, 537, 566.
- C. J. Clairaut*, Théorie de la figure de la terre, tirée des principes de l'hydrostatique, 1743. **166**.
- Cl. Claudianus*, Epigramme. 173, 649.
- Cl. Clemens*, *Musei* live *Bibliothecæ extructio, instructio, cura, usus*, 1635. 172, **123**.
- Cl. Clerfeliier*. Voyez *des Cartes*.
- L. J. M. Columella*, *Rei rusticæ libri*. 561.
- F. Commandinus*. Voyez *Arifflarque*.
- Ch. M. de la Condamine*. Voyez *M. Bouguer*.
- C. H. Coote*. Voyez *J. Schöner*.
- N. Copernic*, *De revolutionibus orbium cœlestium libri VI*, 1543. 130, 588, 649.
- N. de Cusa* ou *Cusanus*, *De docta ignorantia*, publ. 1514. 369.
- „ „ *Opera*, 1565. 369, **534**.
- G. Daniel*, *Voyage du Monde de Descartes*, 1691 et 1703. 826. Traduction latine: *Iter per Mundum Cartesii*, 1694. 826.
- Dante Alighieri*, *Commedia Divina*, 1313 -1321. 743.
- M. Delambre*, *Histoire de l'astronomie moderne*. 1821. 11, 12, 15, 17—19, 30, 92, 118, 602, 832.
- Descartes*. Voyez *des Cartes*.
- Diogène de Laërce* (*Diogenes Laërtius*), *De vitis dogmatis et apophtegmatibus eorum qui in philosophia claruerunt*. 554, 558.
- P. Dittlheim*. Voyez *L. Reverchon*.
- P. Dubois*, *Histoire de l'horlogerie*, 1849. 586.
- J. B. Duhamel*. Voyez *du Hamel*.

- V. *Fatio de Duillier*. Conjecturae de sphalmatis typographicis (savoir dans les „Principia” de Newton). 426.
 „ Manuscrit sur la cause de la pesanteur. 496.
 „ Poème latin „De gravitate”, 1729—1730. 496.
- W. von Dyck. Voyez *Kepler*.
- E. J. *Dijksterhuis*, Val en Worp, 1924. **136**.
- Edlestone*. Voyez *Newton*.
- Erasme* (D. *Erasmus*). Adagia, éd. de 1646. 823.
 „ De libero arbitrio, 1524. 662. Deux traductions néerlandaises de 1612 et 1645. **662**.
- Euclide*, Elementa. 630, 631 (éd. J. L. *Heiberg*, avec traduction latine), 750, 751.
- Eugenio*, ammiraglio di Sicilia. Voyez *Ptolémée*.
- H. *Fabri*, Pro sua annotatione, 1661. 308.
- Ch. *Fabry*, Histoire de la Physique, 1924. **7**, 8.
- Fatio*. Voyez *F. de Duillier*.
- J. *Fernel* ou *Fernelius*, Cosmotheoria, 1528. 656.
 „ „ Monasphærium, 1526. 172.
- S. *Filomanzio*. Voyez *B. Cavalieri*.
- C. *Flammarion*, La pluralité des mondes habités, 1862, 675.
- J. *Flamsteed*, Lettre à Cassini, 1673. 331, 602, 832.
- B. de *Fontenelle*, Entretiens sur la pluralité des mondes, 1686. 343, 656, 659, 682, 829.
- E. *Fueter*, Geschichte der exakten Wissenschaften in der Schweizerischen Aufklärung 1680—1780, 1941. **312**, 496.
- G. *Galilei*, Dialogues. 542, 824.
- J. C. *Gallet*, Mercurius sub sole visus Avenione die 7 Novembris 1677. 177, **327**.
- P. *Gaffendi*, Mercurius in sole visus, et Venus invisa Parisiis anno 1631, 1632, **319**, 336.
- E. *Gerland*, Geschichte der Physik, 1913. **103**.
- J. W. von *Goethe*, Faust. 520.
- G. *Govi*. Voyez *Ptolémée*.
- G. *Grandi*, Geometrica demonstratio theorematum Hugenianorum circa logisticam, 1701. 441.
- Grégoire de *Saint-Incent*, Opus geometricum, 1647. 479.
- J. *Gregory*, Optica promota, 1663. 308, 602.
- J. *Gröningius*, Historia cycloëdis, 1701. **425**, 426.
- M. *Gueroult*, Dynamique et métaphysique leibniziennes. 1934. **505**.
- E. *Halley*, A discourse concerning gravity and its properties, 1686. **375**.
 „ De visibili conjunctione inferiorum planetarum cum sole. 1691. **602**, 673, 674.
 „ Epistola theorum motus satelitis Saturnii corrigens. 1684. 836.
- J. B. du *Hamel*, Astronomia physica, seu de luce, naturâ et motibus corporum cœlestium, 1660. 18.
 „ Regiæ scientiarum academix historia, 1701. 10, 18, 74—76.

G. Hanotaux. Voyez Histoire de la nation française.

J. de Hautfeuille. Invention nouvelle pour se servir facilement des plus longues lunettes d'approche. 1683. 192.

E. Haviſſing. Voyez Planetariumboek *Eiſe Eiſinga*.

J. Heveler. Ephemerides motuum cœlestium ab 1666 ad 1680. 1662—1666. 327.

.. Supplementum ephemeridum. 1670. 327.

.. Tractatus de Mercurio in sole viſo. 1672. 327.

J. L. Heiberg. Voyez *Euclid*.

O. Henſe. Voyez *Senèque*.

Heſiod. *Θεογονία*. 804. 805.

J. Hevelius. Firmamentum Sobiescianum. 1690. 573—575.

.. Machina cœlestis I. 1673. 195.

.. Mercurius in sole viſus Gedani. 1662. 149, 177, 310, 329, 696, 838.

.. Prodomus astronomiæ ſive Uranographia. 1690. 569. **573.**

.. Voyez *Horrox*.

P. de la Hire. Tabulæ astronomiæ Ludovici Magni juſſu et munificentia exarati, 1702 et 1727.

13, 14.

.. Obſervations de la planète Vénus. 1691. 576.

.. Méthode pour ſe ſervir des grands verres de lunette ſans tuyau, 1715. **236.**

.. Voyez *Picard*.

J. P. Holwarda. Friſſche ſterrekonſt. 1652—1653. 368.

.. ΗΑΝΣΕΛΗΝΟΣ Εὐρυπτερος Διερρηξίς, 1640. **368.**

Homère. Iliade. 3.

.. Odyſſée. 563.

.. Oeuvres. 519.

R. Hoſſe. A deſcription of an inſtrument for dividing a foot into many thouſand parts. 1667. 832.

.. An attempt to prove the motion of the earth from obſervations. 1671. **360.**

.. Lectiones Cæſſerianæ. 1679. **360.**

Horace (Q. *Horatius Flaccus*). De arte poëtica. 188.

.. .. Epistolæ. 678.

P. Horrebow. Bafis astronomiæ. 1735. 11, 12, 59, 75, 92.

J. Horrox. Venus in ſole viſa, ed. *J. Hevelius* 1662. **149.** 310, 339.

C. Hoſſius. Voyez *Senèque*.

Chr. Huygens. Annotata poſthuma in Iſaaci Newtoni Philoſophiæ naturalis principia mathematica. 425—426.

.. Aſtroſcopia compendiaria. 1684. 4, 189, 236, 239, 304.

.. Brevis aſſerrio ſyſtematis Saturnii. 534.

.. Chartæ astronomiæ. 41, 78, 93—95, 98, 99, 101, 187, 303, 307, 315, 336, 337, 341—343, 347, 349, 352, 358, 365, 437, 439, 513, 514, 524, 536, 542, 568, 577, 581, 582, 649, 822, 823, 827, 829, 831.

.. Chartæ mechanicæ. 419, 421, 533.

Chr. Huygens. Commentarii de formandis poliendisque vitris ad telefcopia, publ. 1703. 242. Voyez

- Memorien angående het flijpen etc.
- „ Considérations fur la forme de la terre. 4, 373—376, 385—405, 431, 464, 504.
- „ Cosmotheoros. Voyez Kosmotheoros.
- „ De coronis et parheliis. 304.
- „ De la caufe de la pefanteur. 379—382, 386, 389, 409, 429, 431—434.
- „ Démonftration de la jufteffe du niveau, 1680. 81, 94, 98, 100.
- „ De rationi imperviis; de gloria; de morte. 339, 436, 511—528, 555, 558, 662.
- „ Defcriptio automati planetarii, publ. 1703. 4, 111, 112, 125, 129, 168, 176, 342, 350, 352, 508, 579—652, 669, 696. Traduction françaife par *J. Janier*, 1849. 586. Traduction néerlandaife par *J. A. Volla-graff*, 1928. 586.
- „ De telefcopiis et microfcopiis. 239.
- „ Dioptrica. 211, 230, 239.
- „ Difcours de la caufe de la pefanteur, 1690. 4, 112, 364, 379, 380, 387, 389, 416, 423, 427—499, 503, 513, 571, 582, 584, 665, 671, 698, 699, 820, 821. éd. *H. Burckhardt*, 441. traduction allemande par *R. Meves*, 441, 496.
- „ Excerpta ex epiftola G. H. Z. ad G. G. L., 1694. 3.
- „ Experimenta circa electrum. 513.
- „ Horologium ofcillatorium. 1673. 55, 188, 432, 441, 462 (théorèmes de vi centri-fuga), 479, 488.
- „ Journal de voyage. 537, 661, 891.
- „ Kosmotheoros. 1698. 3, 19, 129, 352, 360, 439, 533, 534, 536, 539, 546, 548, 550, 556, 562, 572, 577, 583, 602, 622, 624, 653—842. Différentes traductions néerlandaifes, françaifes, allemandes et anglaises. 674, 675 (e. a. la trad. all. de *J. P. Wurtzelbaur*, 1703 et 1743, mentionnée auffi à la p. 572).
- „ La machine pneumatique. 380.
- „ Lettre touchant la lunette catoptrique de M. *Newton*, 1672, 226.
- „ Manuferits A—K. 415.
- „ Manuferit C. 43—47, 49, 83, 291.
- „ Manuferit D. 61, 69, 292, 660.
- „ Manuferit E. 51, 53, 78, 84, 85, 88, 90—93, 97, 116, 117, 123, 137.
- „ Manuferit F. 14, 19, 56, 101, 117, 121—123, 133, 135, 138, 140—143, 145, 147—151, 153—155, 158, 160, 161, 167, 168, 171, 175—179, 182, 192, 198, 213, 232, 233, 293, 307, 316, 319, 325, 330—335, 376, 389, 391, 397, 398, 401, 403—406, 408, 410, 416, 571, 628, 636, 638, 640, 648.
- „ Manuferit G. 116, 133, 408, 409, 416—418, 421—423, 448, 513, 517, 522, 532, 539, 542, 555, 573.
- „ Manuferit H. 105, 108, 234, 290, 300, 301, 572, 576.
- „ Manuferit I. 241, 652, 830, 832, 833, 835, 838, 839, 842.
- „ Manuferit K. 330, 511.

- Chr. Huygens*, *Memorien aengande het slijpen van glazen tot verrekiijckers*, 237—304. Voyez la traduction latine de *H. Boerhaave* sous le titre *Commentarii* etc.
- „ *Nouvelle invention d'un niveau à lunette*, 1679. 59, 75, 81, 91, 94—96.
- „ *Novus Cyclus harmonicus*, 1691. 754, 755.
- „ *Opera reliqua* de 1728. 441.
- „ *Opuscula posthuma* de 1703. 111, 242, 304, 581, 635.
- „ *Pentées mellees*. 129, 184, 345—371, 435, 438, 439, 472, 513, 514, 524, 546, 553, 582, 655, 660, 668, 671, 822.
- „ *Pièces sur la relativité du mouvement et la non-existence d'un espace absolu*. 507, 508.
- „ *Portefeuille anonyme*. 821.
- „ *Portefeuille L.* 415, 507.
- „ *Portefeuille Musica*. 197.
- „ *Programme* de 1666 pour l'Académie. 9, 430.
- „ *Raisonnement pour trouver la route de la comète de 1681*, 40.
- „ *Rapport de 1688 aux directeurs de la Compagnie des Indes Orientales*. 416, 430, 467.
- „ *Regles du mouvement dans la rencontre des corps*, 1669. 416.
- „ *Regula ad inveniendas tangentes linearum curvarum*, publ. 1693. 399, 461.
- „ *Sur la coagulation*. 533.
- „ *Syſtema Saturnium*, 1659. 308, 310, 348, 359, 365, 600, 602, 622, 668, 670, 696, 697, 790, 791, 831, 836.
- „ *Tabulae lignae*. 131, 132.
- „ *Traité de la force centrifuge* (*De vi centrifuga*, publ. 1703). 452.
- „ *Traité de la lumière*, 1690. 37, 416, 430, 433, 441, 446, 473, 495, 513, 533, 584, 718.
- „ *Varia*. 3.
- „ Voyez *Catalogue de vente des livres de Chr. Huygens*.
- „ Voyez *F. Kaifer*.
- „ Voyez *L. Reverchon* et *P. Ditisheim*.
- „ Voyez *J. Romein—Verfchoor*.
- „ Voyez *P. J. Uylensbrœck*.
- „ Voyez *J. A. Vollgraf*.
- H. Jaeger*, *Aristoteles, Grundlegung einer Geschichte seiner Entwicklung*, 1923. 666, 768, 769.
- A. Janvier*, Voyez *Chr. Huygens*.
- J. Jeans*, *The motion of tidally-distorted masses, with special reference to the theories of cosmogony*, 1917. 660.
- „ *The mysterious universe*, 1931—1932. 660.
- „ *The universe around us*, 1930. 660.
- F. Kaifer*, *Iets over de kijkers van de gebroeders Christiaan en Constantijn Huygens*, 1846. 302, 304, 658.
- A. G. Kästner*, Voyez *R. Smith*.
- N. Kaufmann*, Voyez *N. Mercator*.

- J. Kepler*, Ad epistolam *Jacobi Bartschii* responsio. De computatione et editione ephemeridum. 1629. 336.
- „ Admonitio ad curiosos rerum coelestium, 1630. 309. Deuxième édition, également de 1630, par *J. Bartsch*. **309**.
- „ Ad Vitellionem paralipomena, quibus astronomiae pars optica traditur, 1604. 319.
- „ Astronomia nova ou Commentarii de stella Martis, 1609. 172, 446, 551, 668, 738.
- „ Ephemeris anni 1631. 322.
- „ Epitome astronomiae Copernicanae, 1618 et 1635. **111**, 117, 134, 141, 148, 172, 320, 337, 350, 361, 808—811, 822.
- „ Mysterium cosmographicum, 1596. 361, 668, 810, 811.
- „ Phenomenon singulare seu Mercurius in sole, 1609. **336**.
- „ Somnium, seu opus posthumum de astronomia lunari, ed. *J. Kepler*, 1634. 683, 895.
- „ Tabulae Rudolphae, 1627. 118, 119, 131, 149, 161, 177, 309, 322, 325, 329, 576, 622, 835.
- „ in seinen Briefen, éd. *M. Caspar* et *H. von Dyck*, 1930. 336, 584, 682.
- L. Kepler (Kepler)*. Voyez *J. Kepler*.
- A. Kircher*, Iter extaticum coeleste, 1656. 3, 658, 764, 765, 830.
- „ Iter extaticum coeleste etc. ed. *G. Schott*, 1660. 764, 766, 768.
- „ Mundus subterraneus, 1665. 795.
- L. Lactantius*, Divinae institutiones, 3^{ème} ou 4^{ème} siècle. 823.
- J. P. N. Land*, De wijfbegeerte in de Nederlanden, éd. *C. van Tollenhoven* et *C. Bellaar Spruyt*, 1899. **511**.
- „ Philosophy in the Low Countries (manuscrit). 511.
- Ph. van Lansbergen* ou *Lansbergius*, Opera omnia, 1663. 130.
- „ „ Tabulae motuum coelestium perpetuae, et theoricæ motuum coelestium novæ et genuinae, 1633. 130, 327.
- E. Lavisse*. Voyez Histoire générale du 1^{er} siècle à nos jours.
- O. Lefèvre d'Ormesson*, Journal 1661—1672, éd. *M. Chenu*, 1861. **61**.
- A. M. Legendre*, Exercices de calcul intégral T. I, 1811. **499**.
- G. G. Leibniz*, Discours de métaphysique, 1686. 556.
- „ Schediasma de resistentia medii. 1689. 498.
- „ Tentamen de motuum coelestium causis, 1689. **495**.
- „ Essai de Théodicée, 1710. 667.
- J. Lemoine*. Voyez *de Saint Maurice*.
- Lin Sen*. Voyez *Chiang Yee*.
- J. Lipsius*, Opera omnia, ed. *B. Moretus*, 1637. 894.
- O. Lodge*, Life and matter, 2^{ème} éd. 1909. 665.
- H. W. Longfellow*, A psalm of life. 3, 520.
- Chr. Longomontanus*, Astronomia Danica, 1622 et 1640. 130.
- O. Lorenz*, Genealogisches Handbuch der Europäischen Staatengeschichte, 1928. **336**.

Lucianus, *Ἀληθὲς ὑποφωτισ*, 895.

„ *Dialogues*, 683.

„ *Icaromenippus* (*Ἰκαρομενίππος ἢ ὑπερβόρειος*), 683, 895.

Lucrèce (*T. Lucretius Carus*), *De rerum natura*, **361**, 520, 568, **665**.

M. Luther, *De servo arbitrio*, 1525. 662. Traduction allemande (*Martin Luther Vom unfreien Willen*) par *Fr. H. Schmidt*, 1934. **662**.

Macrobe (*Ambrosius Theodotius Macrobius*), *In Somnium Scipionis*, 520, 651.

L. Maindron, *L'ancienne académie des sciences. Les académiciens 1666—1793*, 1895. **9**.

L. Mariotte, *Oeuvres*, 1717. **77**.

„ *Traité du mouvement des eaux*, 1686. 376.

„ *Traité du nivellement*, 1677. 77.

St. Mathieu, *Évangile*, 663.

L. F. A. Maury, *Les académies d'autrefois. L'ancienne académie des sciences*, 1864. **9**.

P. Megerlin, *Commentarii chronologici in tabulam mathematico-historicam*, 1683. 311.

„ *Systema mundi Copernicanum demonstratum et conciliatum theologiae*, 1682, 311, **331**.

„ *Theatrum divini regiminis, a mundo condito usque ad nostrum seculum. Adjectus est commentarius chronologicus in tabulam mathematico-historicam*, 1683. 311, **331**.

M. Meibomius, *De proportionibus dialogus*, 1655. 187.

N. Mercator (ou *N. Kaufmann*), *Hypothesis astronomica nova*, 1664. **120**, 141.

„ *Institutionum astronomicarum libri duo*, 1676. **120**, 141.

„ *Ouvrages astronomiques*, 120.

M. Merfenne, *Ballistica*, 1644. 806, 807.

R. Merzes, Voyez *Chr. Huygens*.

A. Mieli, Voyez *P. Brunt*.

H. Molyneux, *Optique*, 1692. 96.

P. le Monnier, *Histoire céleste*, 1741. **11**, 14.

de la Montagne, Voyez *J. H. Wilkins*.

B. Moretus, Voyez *J. Lipsius*.

A. B. Morin, *Astronomia jam a fundamentis integre et exacte restituta*, 1634—1640. 16. **17**, 33.

Fr. de la Mothe le Vayer, *Cinq dialogues par Oratius Tubero* (éd. de 1716). 537, 557, 563—566.

„ *Dialogue de la divinité*, 537, 565.

„ *Dialogue de la philosophie sceptique*, 563.

„ *Dialogue de la politique*, 564.

„ *Dialogue de l'ignorance louable*, 537, 563, 565, 577.

„ *Dialogue de l'opiniastréré*, 564, 566, 567.

„ *Dialogue du mariage*, 564, 565.

„ *Discours pour montrer que les doutes de la philosophie sceptique font d'un grand usage dans les sciences*, 1668. 537.

„ *Hexameron rustique*, 1670, 537.

„ *Le banquet sceptique*, 564.

Fr. de la Mothe leayer, Oeuvres, 1654 et 1662, 537.

G. Mouton, Observations diametrorum solis et lunæ apparentium, 1670. 142, 338.

I. Newton, Correspondence, éd. *Edlestone*, 1850. 435.

„ De mundi fyllemate, 1728. 554, 669, 673.

„ Answer to some considerations upon his doctrine of light and colours. 230.

„ Opticks, 1704. 195.

„ Philosophiæ naturalis principia mathematica, 1687 (deuxième et troisième éditions resp. en 1715 et 1726). 4, 112, 128, 343, 348, 349, 375, 379, 385, 391, 394, 408, 412—426, 429, 430, 433, 435, 438, 440, 464, 466, 474, 475, 482—484, 494, 495, 499, 503, 571, 582, 669, 670, 893.

D. R. van Nierop. Voyez *Rembrandtz, van Nierop*.

I. C. Orellius. Voyez *Cicéron*.

N. Oresme, Les éthiques, ou morale d'Aristote, publ. 1488. 688.

Ovide (*P. Ovidius Naso*). Ex Ponto. 519.

„ Fastes. 174, 650.

„ Métamorphoses. 519, 666, 740.

„ Tristia. 519.

Bl. F. de Pagan, Tractatus de theoria planetarum, 1657. 138.

Pappus. Voyez *Aristarque*.

I. G. Pardies, De linea logarithmica (manuscrit). 479.

„ Discours du mouvement local. La statique, 1673. 64.

„ Elementa geometriæ. 479.

Bl. Pascal, Oeuvres, éd. *L. Brunelvicq*, 1904. 663.

Cl. Perrault. Voyez *Vitruve*.

P. Petit, Dissertation sur la hauteur du pôle, 1660. 18.

L. P. Pezenas. Voyez *R. Smith*.

Philolaus, Oeuvres. 552, 554.

E. Picard. Voyez Histoire des sciences en France.

J. Picard, Memoire présenté à *Mr. Colbert* touchant la carte du royaume, 1681. 74.

„ Mesure de la terre, 1671. 74—78, 81, 393, 403. Éd. de 1729. 74, 97.

„ Voyage d'Uranibourg, 1672. 830.

J. Picard et *Ph. de la Hire*, Observations faites à *Brest* et à *Nantes* pendant l'année 1679. 74.

„ „ Traité du nivellement, 1684. 18, 75, 76, 78, 79, 84.

Platon, Timée. 651.

Pline (*C. Plinius*), Naturalis Historia. 547.

Plutarque, De amore fraterno. 562.

„ De facie in orbe lunæ. 553, 554, 794, 795, 818, 819. Traduction française d'Amyot. 554.

„ De placitis philosophorum. 351.

„ Opera omnia (c.a. Moralia), éd. *G. Nylander*, 1624. 794.

Plutarque, Regum et imperatorum apophthegmata (Moralia). 895.

„ Vie d'Alexandre. 518.

J. C. Poggendorff, Biograph. litterar. Handwörterbuch der Geschichte der exakten Wissenschaften. 1863. **572**.

M. Pohlenz, Voyez *Cicéron*.

J. Pound, A letter from the Rev. *Mr. James Pound* to *Dr. Jurin* concerning observations made with *Mr. Hadley's* reflecting telescope, 1723. **302**, 303.

H. Power, Experimental philosophy, 1664. **351**, 356.

Ptolémée (*Cl. Ptolemæus*), Almageste. 130.

„ L'ottica di Claudio Tolomeo da Eugenio Ammiraglio di Sicilia (secolo XII) ridotta in latino sovra la traduzione araba di un testo greco imperfetto, éd. *G. Gori*, 1985. **15**.

„ Oeuvres. 130.

„ Optique (texte grec perdu). 15.

Quintilien (*M. Fabius Quintilianus*), Declamationes. 188.

„ Institutiones oratoriæ. 188. Traduction française de 1663 „De l'institution de l'orateur et les grandes et entières declamations”. 188.

R. Radau, L'observatoire de Paris depuis sa fondation. 1868. **12**.

A. Rambaud, Voyez Histoire générale du IV^e siècle à nos jours.

I. Reinerus, Tabulæ Medicæ universales, 1639. 327.

D. Rembrandtz. van Nierop, Des ærtrijs beweging ende sonne stilstant, bewijfende dat dit geen-fins met de Christelijke religie is strijdende, 1661. 663.

„ Nederduytsche astronomia, 1653 et 1658. 130, 131, 361, 437.

„ Wiskonstige mufyka, 1659. 187.

J. A. Repfold, Geschichte der astronomischen Werkzeuge von Purbach bis Reichenbach, 1450 bis 1830, 1908. **13**, 92, 105.

L. Reverchon et *P. Ditisheim*, La machine planétaire et l'oeuvre de Huygens, 1930. 586.

A. B. Riccioli, Almagestum novum, 1651. **113**, **114**, 168, 171, 178, 179, 317, 318, 575, 669, 824.

„ Astronomia reformata, 1664. 167, 176, 178, 179, 575, 626, 627, 830, 835.

J. Richer, Observations astronomiques et physiques faites en l'isle de Caienne, 1679. 376, 430.

G. P. de Roberval, Traité de mécanique, 1636. 446.

J. Rohault, Traité de physique (1^{ière} éd. 1671, 4^{ième} éd. 1682). 432, 436, **446**, 453.

M^{me}. *A. Romein-Verschoor*, *Christiaan Huygens*, de ontdekker der waarschijnlijkheid, 1938. 533.

J. et *A. Romein*, Erflaters van onze beschaving, Nederlandse gestalten uit 6 eeuwen, 1938. **533**.

O. Römer, Lettre à Leibniz, 1700. **12**.

F. Rosenberger, Isaac Newton und seine physikalischen Prinzipien, 1895. **572**.

Chr. Rothmann, Lettre à Tycho Brahe dans „Tychonis Brahe Dani epistolarum astronomicorum libri”, 1601. 172, 891.

Saint-Maurice (Marquis de), Lettres sur la cour de Louis XIV, éd. *J. Lemoine*, 1910. **61**.

Salluste (C. Sallustius Crispus), Catilinæ conjuratio. 520.

Sallustius philosophus, De diis et mundo (περί θεῶν καὶ κόσμου) éd. *L. Allatius*, 1638, 1639 et 1670.

520.

P. Sarpi, Correspondance, 538, 565.

„ Opere del Padre Paolo, avec une biographie de l'auteur, 1677. **538**.

Fr. Sarzofus Cellanus, Aequator planetarum. **172**.

W. Schickard, Pars responsi ad epistolas *P. Gassendi* de Mercurio sub sole viso etc., 1632. 308,

319, 320—323, 329, 336.

J. Schöner ou *Schonerus*, Aequatorium astronomicum, 1521. **172**.

„ Equatorii astronomici canones, 1522. **172**.

„ Oeuvres, éd. *C. H. Coote*, 1888, **172**.

G. Schott. Voyez *A. Kircher*.

D. Schweenter, Geometrica practica nova et aucta, 1618. 585.

Sénèque (L. Annæus Seneca), Ad Lucilium epistularum moralium quæ supersunt, éd. *O. Hense*, 563.

„ Ad Serenum de otio. 894.

„ De beneficiis, éd. *C. Hofius*, 565.

Sextus Empiricus, Adversus mathematicos. 534, 563.

Fr. W. Schmidt. Voyez *M. Luther*.

J. C. L. Simonde de Sismondi, Histoire des Français, 1841. 63.

R. Smith, A compleat system of opticks, 1738. **301**. Traduction allemande par *A. G. Kästner*

(Vollständiger Lehrbegriff der Optik), 1755. **301**. Traduction française par *L. P.*

Pezenas (Cours complet d'optique), 1767, **301**. Traduction néerlandaise anonyme

(Volkomen zamenstel der optica of gezigtkunde), 1753. **301**.

J. Swammerdam, Biblia naturæ, publ. 1737—1738. 667.

P. Tannery, Les sciences en Europe 1648—1715, 1924. 8, 63.

„ Mémoires scientifiques. 479.

„ Voyez *des Cartes*.

M. Thevenot, Lettre à Viviani de 1661. 105.

„ Machine nouvelle pour la conduite des eaux etc., 1666. 105.

R. Townely ou *Townly*, Extraët of letter to *Dr. Croon*, touching the invention of dividing a foot in many thousand parts, 1667. 832.

O. Tubero, auteur fictif. Voyez *de la Mothe le Vayer*.

Tycho Brahe. Voyez *Brahé*.

P. J. Uytlenbroek, Oratio de fratribus *Christiano* atque *Constantino Hugenio*, artis dioptricæ cultoribus, 1838. 302.

R. de Vaugondy, Mémoire sur une question de géographie pratique, si l'applatissement de la terre peut être rendu sensible sur les cartes? 1775. **388**.

- Vitrucve* (*M. Vitruvius Pollio*), *De architectura libri X, cum commentariis D. Barbari*, 1567. 77.
 „ Dix livres d'architecture, traduction de l'ouvrage précédent par
Cl. Perrault, 1673. 77.
- B. de Volder*, Discours d'ouverture, 1682. 331.
- C. van Tollenhoven*, Voyez *J. P. N. Land*.
- J. J. Tollgraaf*, *De relativiteit der beweging volgens Chr. Huygens*, 1934. 503.
 „ *De rol van den Nederlander Caspar Calthoff bij de uitvinding van het moderne
 stoomwerktuig*, 1932. 245.
 „ *In memoriam D. J. Korteweg*, 1941. 492, 493.
 „ Voyez *Chr. Huygens*.
- J. van den Tondel*, *Inscription sur l'architrave de la porte d'entrée du nouveau théâtre d'Am-
 sterdam*, 520.
- J. Wallis*, *Arithmetica infinitorum*, 1656. 585.
 „ *Oeuvres*, 657.
 „ *Treatise of algebra both historical and practical*, 1685. 585.
- Neth Ward*, *Astronomia geometrica*, 1656. 119, 135.
 „ *In Immaelis Bullialdi Astronomiæ Philolaicæ fundamenta inquisitio brevis*, 1653. 118.
 135.
- J. Wilkins*, *Discovery of a new world, or a discourse tending to prove it is probable that there
 „ may be another habitable world in the moon*, 1638 et 1640. 542. Traduit par de la
 Montagne sous le titre „*Le monde dans la lune*”, 1656. 512.
- J. Wolf*, *A history of science, technology, and philosophy in the 16th and 17th centuries*, 1934.
 191.
- C. Wolf*, *Histoire de l'observatoire de Paris de sa fondation à 1793*, 1902. 11, 12, 20, 42, 194.
- R. Wolf*, *Geschichte der Astronomie*, 1877. 10.
- E. Worcester* (Marquis of), *Century of inventions*, 1663. 245.
- J. Ph. Wurtzelbaur*, *Mercurius in sole observatus Noribergæ* 1690, 512.
 „ Voyez *Chr. Huygens*.
- H. E. van Wijk*, Voyez *Planetariumboek Eise Eisinga*.
- Xénophon*, *Memorabilia*, 823.
- G. Xylander*, Voyez *Plutarque*.
- E. Zeller*, *Die Philosophie der Griechen in ihrer geschichtlichen Entwicklung dargestellt*, 2^{ème} éd.
 1865. 531.
- J. Zenneck*, *Gravitation*, 1904. 196.
- Acta Eruditorum*, 1684. 835, 836.
 „ 1688. 495, 835, 836.
 „ 1689. 416, 495.
 „ 1719. 499.

- Alcoran. 342.
- Ancien Testament. 712.
- An intimation given in the *Journal des Sçavans* of a sure and easy way to make all sorts of great telescopic glasses etc. (ceci se rapporte à *G. A. Borelli*). 1676. 211.
- Bible (Ecriture, Ecriture fainte). 311, 351, 557, 661, 663, 664, 684—687, 743. Voyez aussi Ancien Testament, Ecclésiaste, Livre de la Genèse, Psaume 94, St. Mathieu, et Nouveau Testament.
- Carte de France corrigée par les ordres du Roy sur les observations de M^{rs}. de l'Académie des Sciences. 21.
- Catalogue des instrumens de la Royal Society. 303.
- Catalogue de vente des livres de *Chr. Huygens*, 1695. 188, 311, 534, 537, 542, 765, 826.
- Collection de documents inédits sur l'histoire de France (Première Série: Histoire politique). 61.
- Comptes des bâtimens du roi Louis XIV. 11.
- Divers ouvrages de mathématique et de physique par MM. de l'Académie Royale des Sciences, 1693. 112, 379, 429.
- Ecclésiaste. 565.
- Ecriture (Sainte). Voyez Bible.
- Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften mit Einschluß ihrer Anwendungen, 1903—1921. 496.
- Gazette de France, 1668. 61.
- Haagsch jaarboekje de 1897, frontispice (sous le portrait de C. Huygens).
- Histoire de l'Académie Royale des Sciences, depuis son établissement en 1666 jusqu'à 1696. 1733. 8, 18, 19, 61.
- Histoire de la Nation Française (Dir. *G. Hanotaux*). 2.
- Histoire des Sciences en France, Vol. I (préface d'*Emile Picard*), 1924. 2.
- Histoire générale du IV^e siècle à nos jours (Dir. *E. Lavisse* et *J. Rambaud*), 1924. 8.
- Intermédiaire des mathématiciens. 1899 et 1900. 479.
- Janus, revue internationale. 415, 892, 893.
- Journal Book of the Royal Society. 435.
- Journal des sçavans. 76, 241.
- „ de 1672. 226.
- „ de 1677, 177, 327, 368.
- „ de 1680. 59, 75, 91, 94, 98, 104.
- „ de 1686. 194.
- L'astronomie, revue mensuelle, 1930. 586.
- Libri Etruscorum. 558.
- Livre de la Genèse. 663, 664, 686, 687.
- Mémoires de l'Académie Royale des Sciences depuis 1666 jusqu'à 1699. 15, 18, 19, 74, 97, 576.
- Mémoires de mathématique et de physique de l'Académie Royale des Sciences, 1713. 236.
- Miscellanea berolinensia, 1700. 20.
- Nouveau testament. 661.

Nouvelles de la république des lettres, 1684. 196.

Observations physiques et mathématiques des P. *Jésuites* faites à Louveau au royaume de Siam, 1686. 405.

Opuscula mythologica, ethica et physica, græce et latine, ed. *L. Allatius*, 1670. 520.

Philosophical Transactions de 1667. 832.

„ de 1673. 832.

„ de 1676. 241.

„ de 1678. 241.

„ de 1683. 836.

„ de 1686. 375.

„ de 1687. 836.

„ de 1690—1691. 572, 602.

„ de 1723. 302.

Planetariumboek *Eise Eisinga*, publication de *E. Havinga*, *W. E. van Wijk* et *J. F. M. G. d'Armerie*, 1928. 586.

Psaume 94 de l'Ancien Testament. 712.

Publications de la société suisse d'histoire de la médecine et des sciences naturelles. Voyez Veröffentlichungen etc.

Registres de l'Académie des sciences. 7—9, 18, 21, 25, 46, 74, 75, 94, 96, 98, 197, 447, 891.

Revue des deux mondes de 1868. 12.

Tabulæ Altonsinæ, 1252. 172, 318, 343.

Veröffentlichungen der Schweizerischen Gesellschaft für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften. 312.

IV. MATIÈRES TRAITÉES.

Comme dans les tomes précédents, nous ne comprenons dans la liste alphabétique des Matières traitées que les sujets que le lecteur ne trouvera pas — ou que, dans quelques cas, il ne trouvera que fort sommairement — indiquées dans la Table I des Pièces et Mémoires. Il est d'ailleurs évident que nous n'avons pu nous proposer de donner une énumération absolument complète de tout ce dont il est question dans le présent tome. Nous n'avons en particulier indiqué ici aucune page où Huygens traite des planéticoles, sujet principal du premier livre du *Cosmotheoros*, nous contentant de mentionner l'„habitabilité (fort douteuse à ses yeux) de la lune”.

Les chiffres indiquent les pages de ce volume.

AMBITION. 519, 520, 543, 667, 668, 806, 807.

AMITIÉ. 658, 684, 716, 717, 730, 731, 746, 747.

AMOUR. 515, 519, 563, 736, 737, 746, 747.

ANIMA ET ANIMUS. 515, 522, 528, 563.

ARGUMENT POUR L'EXISTENCE D'UNE INTELLIGENCE SUPRÊME TIRÉ DE L'ADMIRABLE ORGANISATION DU MONDE ET PLUS SPÉCIALEMENT DE L'EXISTENCE D'ORGANISMES VIVANTS ET DE CELLE DE L'ESPRIT HUMAIN. 352, 363, 364, 371, 513, 524, 527, 545, 547, 555, 556, 561, 665, 667, 700, 701, 712, 713, 716, 717, 720, 721, *passim*. Voyez aussi *Le mal et le bien: essai de théodicée*.

ASTROLOGIE. SUPERSTITION. 311, 334, 343, 513, 515, 541, 551, 558, 736, 737, 766—771, 830.

ATMOSPHÈRE DE LA LUNE? Voyez *Habitabilité de la lune?*

ATOMES INFINIMENT DURS. 439, 451, 473, 498, 567, 665. Exclusion de particules creuses. 381, 382, 458, 473.

ATTRACTION À DISTANCE. 435, 440, 445, 446, 471, 494, 496, 671.

AUTRES HYPOTHÈSES QUE CELLE DE KEPLER (*deuxième loi*, voyez *Lois de Kepler*) SUR LA VARIATION DE LA VITESSE D'UNE PLANÈTE DANS SON ORBITE ELLIPTIQUE, OU PEUT-ÊTRE CIRCULAIRE. 117, 119. Hypothèse de Boulliau et de Seth Ward. 117—123, 128, 135—143. Hypothèse de N. Mercator. 118, 141, 142. Hypothèse de Huygens. 121—125, 128, 582.

AZIMUTAL. 10—13, 26.

BUT DE LA CRÉATION? 516, 780, 781, 808, 809, 824.

CALCUL INFINITÉSIMAL: MÉRITE DE LEIBNIZ RECONNU NON SEULEMENT PAR HUYGENS MAIS AUSSI PAR NEWTON DANS SES „PRINCIPIA”. 421, 422, 893.

CARTOGRAPHIE ET MESURE DE LA TERRE. 73—78, 97, 387, 388, 393, 401—404, 406, 407, 434, 460.

CATHOLICISME ET PROTESTANTISME. 537, 661—664. Décrets de l'église catholique. 563, 766. Culte protestant. 661. Libre pensée. 663. Exécution de Giordano Bruno. 682. Secte des anthropomorphistes 742, 743.

- CHALEUR CONSIDÉRÉE COMME UN MOUVEMENT RAPIDE DE PARTICULES. 71⁹, 719, 726, 727. Voyez aussi *Origine possible etc.*
- CHANGEMENT DE LA HAUTEUR DU PÔLE. 18.
- CHINOIS, ET ASIATIQUES EN GÉNÉRAL. 69, 187, 551, 734—737.
- CHOROBATE, NIVEAU ROMAIN. 76, 77.
- CHRONOLOGIE BIBLIQUE. 311, 312, 513, 535.
- CIEL ET TERRE, SUIVANT L'ANCIENNE CONCEPTION DU ALISTE. 553.
- COMÈTES. 4, 34⁹, 353, 361, 366, 367, 473, 667, 69⁹, 699, 820, 821.
- COMPOSITION DU MOUVEMENT HORIZONTAL ET DU MOUVEMENT VERTICAL DANS LE CAS DE COURBES DU JET AVEC RÉSISTANCE DE L'AIR? 426, 484, 491. Voyez aussi *Courbes du jet.*
- CONJECTURES. Voyez *Hypothèses.*
- CONNAISSANCES ASTRONOMIQUES DES ÉGYPTIENS ET DES PYTHAGORICIENS? 554, 650, 651, 736, 737.
- CONSTANCE PROBABLE, SUIVANT HUYGENS, DE LA PESANTEUR JUSQU'AU CENTRE DE LA TERRE. 386, 440, 471, 477, 497, 498.
- COURBE LOGARITHMIQUE. 441, 449, 478—487, 490, 491, 499.
- COURBES DU JET. 478—484, 489—493, 498, 499. Question de savoir si une certaine courbe du jet a une asymptote. 498, 499. Voyez aussi *Composition etc.*
- CRÉATION. 311, 363, 364, 436, 514—516, 524—526, 535—538, 555, 557, 664—667, 688, 689, 708, 709, 712, 816, 817, 822, 825. Création du néant. 662, 466, 826. Concursus ordinarius (appelé parfois „création continue”). 826. Coopération. 363. Voyez aussi *But de la création? Évolution créatrice, Genèse des êtres vivants, Valeur de la doctrine etc.*
- DÉISME. 536.
- DÉTERMINISME. 514—516, 528, 662. Nécessité. 528, 662, 667, 723. Voyez aussi *Lois immuables de la nature.*
- DIAMÈTRES APPARENTS DES PLANÈTES. 32 (observations de Picard meilleures que celles de Huygens qui, par conséquent, prend les diamètres des planètes trop grands; voyez les p. 199, 359, 365, 477, 583, 600, 601, 622—625, 669, 670, 670—674, 696, 697), 91, 365, 377, 670. de Jupiter. 198. de Mercure. 309, 310, 670, 696, 838. de Vénus. 309, 310.
- DISTANCES DES ÉTOILES FIXES. 358, 360, 363, 366, 369, 370, 439, 655, 671—673, 762, 763, 812—816, 831, 833, 834. Mesure de leurs parallaxes? 360, 366, 369, 370, 808, 809, 814, 815. Voyez aussi *Immensité du monde stellaire etc.*
- DIVINITÉ DE L'ESPRIT HUMAIN? 366, 549, 555, 556, 663, 714, 715.
- DOGMATISME, SCEPTICISME, PROBABILISME. 342, 497, 513, 514, 527, 531—534, 537—541, 563, 565—567, 577, 664, 688, 689.
- ERREUR DE C. WOLF ATTRIBUANT À PICARD CERTAINES CHOSES DONT LE MÉRITE REVIENT À HUYGENS. 20, 21.
- ERREURS DE KEPLER. 320, 336—338, 350, 361, 369, 668, 808—813, 822.
- ÉRUDITION. 437.
- ESPACE. Espace immobile de G. Bruno. 507. Espace absolu de Newton. 4, 415, 503, 514, 584. Infinité de l'espace. 347, 369, 371, 507, 513, 524, 525, 527, 558, 816, 817. Espace vide. 432, 434, 439, 473, 816, 817.

- ESTHÉTIQUE (et beaux arts). 519, 560, 661, 666, 684, 685, 706, 707, 720, 721, 734, 742—755, 760, 761. Voyez aussi *Musique*.
- ÉTERNITÉ DE LA TERRE (ET DU MONDE) SUIVANT ARISTOTE. 363, 536, 557, 688, 689. ARGUMENT DE HUYGENS CONTRE L'ÉTERNITÉ DE LA TERRE ET CONTRE CELLE D'UN CORPS CÉLESTE QUELCONQUE. 363, 366, 514, 524, 525, 537.
- ÉTERNITÉ, SUIVANT HUYGENS, DES VÉRITÉS GÉOMÉTRIQUES. 558. Voyez aussi *Valeur universelle etc.*
- ÉTHER. Éther d'Aristote et de son école supérieur à l'air. 16, 769. Voyez aussi *Ciel et terre etc.*
Éther lumineux de Huygens. 380, 433, 584, 590, 591, 718, 719. Éther ou matière éthérée dans un sens plus général. 353, 354, 454, 473, 474, 478, 496, 584, 590, 591, 680, 683, 818—821.
„Éther de 1900” identique ou à peu près identique avec l'espace absolu. 508, 585. Éther dans le sens de champ gravifique correspondant à l'ensemble des corps célestes. 505. Les particules de l'éther (il s'agit de l'éther du 17^{ème} siècle) le touchent-elles? 433, 457, 473.
- ÉTHIQUE (morale). 536, 538, 564, 565, 568, 663, 714—717, 730, 731, 744—747.
- ÉTONNEMENT, BASE DE LA PHILOSOPHIE. 732, 733.
- ÉVOLUTION DE LA PENSÉE DE PLATON. 533, 567, 769. D'ARISTOTE. 567, 768, 769. DE HUYGENS. 348, 437—439, 582, 769, *passim*.
- ÉVOLUTION DE LA SCIENCE ASTRONOMIQUE. 7—21, 44, 588, 589, 651, 671—673, 686, 687, 736, 737.
- ÉVOLUTION DES ÊTRES VIVANTS. 535, 538, 554, 564, 665. Évolution créatrice. 665.
- ÉVOLUTION DES LUNETTES À LONGUE VUE. 17—20, 198, 210—213, 696, 697. Voyez aussi *Lunettes*.
- EXCELLENCE DE L'ASTRONOMIE. 355, 356, 360, 730—733.
- EXCELLENCE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES. 356, 748, 749.
- EXPERIENTIA. 532. EXPERIENTIA ET RATIO. 566, 567.
- FACULES DU SOLEIL. 658, 806, 807.
- FORCE ABSOLUE DE LEIBNIZ. 504, 505.
- FORCE CENTRIFUGE, *passim*.
- FORCE VIVE. 505, 506.
- FRACTIONS CONTINUES. 125, 150—152, 585, 628—641, 708, 709.
- GÉNÉRATION SPONTANÉE NIÉE PAR HUYGENS. 536, 558, 760, 761.
- GENÈSE FORTUITE DU COSMOS? 364, 435, 556, 557, 688, 689.
- GENÈSE DES ÊTRES VIVANTS, INCOMPRÉHENSIBLE SUIVANT HUYGENS. 514, 535, 556, 558, 664, 708, 709, 826.
- HABITABILITÉ DE LA LUNE? 228, 542, 682, 683, 794—799, 822, 825, 827, 828. La lune dénuée, ou presque totalement dénuée, d'atmosphère suivant Huygens. 362, 368, 659, 792—795, 798, 799, 827, 828; opinion contraire des astronomes antérieurs. 659.
- HASARD. 44 („casu, non ratione”). 516, 664, 750, 751. Voyez aussi *Genèse fortuite du Cosmos?*
- HORLOGES À ROUES DENTÉES. 78. Horloges à pendule de Huygens. 8, 10, 32, 33, 47, 154, 155, 158, 159, 760, 761. Horloges de Huygens à balancier réglé par un ressort spiral. 160, 161, 606, 607, 610, 611, 760, 761.
- HYPOTHÈSES, CONJECTURES. 63—65, 354, 533, 557, 577, 653, *passim*. Voyez aussi *Atomes infini-*

- ment durs, Autres hypothèses etc., Erreurs de Kepler, Éther, Matières subtiles, Qualités inhérentes, Théorie de la pesanteur de Fatio, Tourbillons etc.*
- IGNORANCE LOUABLE. 537, 565, 577. Voyez aussi *Dogmatisme, Scepticisme, Probabilisme*.
- IMMENSITÉ DU MONDE STELLAIRE SUIVANT HUYGENS. 347, 351, 369, 371, 513, 553, 736, 737, 768, 769, 816, 817. Nombre des étoiles fini ou infini? 371, 527, 810, 811, 816, 817.
- INÉGALITÉ DES RACES. 667, 668.
- LA GUERRE ET LA PAIX. 514, 730, 731, 744, 745, 758, 759, 895 (voyez aussi *Pacifisme*). LA LUTTE POUR L'EXISTENCE. 520, 521, 545, 667, 668, 756—759.
- LÉGISLATION. 515, 730, 731, 744, 745.
- LE MAL ET LE BIEN. 514, 523, 528, 545, 667, 668, 714—717, 746, 747. *ESSAI DE THÉODICÉE*. 667, 668, 746, 747.
- LENTILLES DE BORELLI. 194, 195, 241. DE CAMPANI. 193, 194, 197, 198, 210, 211, 226, 227. DE HARTSOEKER. 195, 198, 241. Dernières lentilles des frères Huygens équivalentes à celles de Campani? 658, 778, 779. Lentilles achromatiques. 198.
- LES ÉTOILES POSSÈDENT-ELLES GÉNÉRALEMENT DES PLANÈTES? 536, 553, 659, 660, 766, 767, 812, 813, 818, 819, 822, 825.
- L'HOMME EST-IL LE SEIGNEUR DE TOUTE LA NATURE? 351, 356, 553, 664, 684—687, 756, 757.
- L'HOMME ET L'ANIMAL. OPPOSITION DES VUES DE HUYGENS ET DE DESCARTES. 662, 730, 731.
- LOGIQUE. 63—65, 511, 531, 532, 566, 567, 698, 699, 716, 717. Voyez aussi *Raisonnement etc.*
- LOI DE CARNOT. 659.
- LOIS DE KEPLER. 4, 36, 112—117, 125, 127, 128, 133, 134, 137—142, *passim*. Autres mérites de Kepler. 319, 320, 349, 357, *passim*.
- LOIS DE NEWTON. 415. SYSTÈME DE NEWTON. 472, *passim*.
- LOIS IMMUABLES DE LA NATURE. 514, 516.
- LUNETTES, *passim*. Lunette catoptrique de Newton. 226. de Hadley. 302. Lunettes de Campani et de Divini. 240, 241. Lunettes sans tuyau d'Auzout. 19, 20, 32, 191, 192, 197. de Bianchini. 236, 304. de de la Hire. 236. Lunette méridienne. 10—13, 57, 58. Voyez aussi *Évolution des lunettes etc.* et *Préconisation par Morin etc.*
- MACROCOSME ET MICROCOSME. 3.
- MATIÈRES SUBTILES. 353, 379—382, 411, 431—434, 448, 451, 454—462, 473, 474, 477, 478, 496—498, 555, 571, 584, 718—721. Voyez aussi *Éther ou matière éthérée*.
- MÉMOIRE. 518, 522, 528, 550, 555, 563, 734, 735.
- MENTIS OCULI. 375.
- MESURE DE LA TERRE. Voyez *Cartographie*.
- MÉTAPHYSIQUE DE DESCARTES. 4, 341, 342, 525—527, 667, 826. Voyez aussi *Création du néant et Création continue*.
- MICROMÈTRES. 8, 18, 19, 26, 91—93, 199, 670, 696, 697, 832.
- MICROSCOPES DE HUYGENS. 814, 815.
- MOUVEMENT DROIT ET MOUVEMENT CIRCULAIRE. 431, 451.
- MOUVEMENT D'UN POINT MATÉRIEL À TRAVERS UN MILIEU RÉSISTANT. 419, 420, 423—426, 441, 476, 478, 498, 499. Voyez aussi *Composition etc.* et *Courbes du jet*.

MUNDUS QUASI FABULA. 520.

MUSIQUE (musicologie). 545, 547, 550, 554, 566, 667, 675, 750—755.

MYTHOLOGIE. 188, 218, 520, 566.

NÉCESSITÉ. Voyez *Déterminisme*.

ŒILS DES ORBITES PLANÉTAIRES. Voyez *Question de savoir si le nœud ascendant etc.*

OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES DE CASSINI SANS TUYAU (découverte de deux nouveaux satellites de Saturne). 193—195, 332, 582, 776—779. Observations à Paris à l'aide de la tour de Marly. 195, 196.

OBSERVATIONS DE TACHES DU SOLEIL PAR PHILIPPE DE HESSE. 236, 336.

ONDES ÉLECTROMAGNÉTIQUES. 659.

OPINION DE KEPLER SUR LES PLANÉTAIRES. 172.

ORIGINE POSSIBLE DE LA CHALEUR SOLAIRE SELON HUYGENS. 440, 441.

PACIFISME. 520, 521, 806, 807.

PARALLAXE ET DISTANCE DE LA LUNE. 30, 46—52, 331, 669.

PARALLAXE DE MERCURE. 309, 321. DE MARS. 311, 321, 365. Sa mesure par Cassini (et Picard). 311, 313, 348, 359, 365, 602, 668, 669, 782, 783. par Richer. 311, 331, 365, 431, 602. par Flamsteed. 331, 669, 832. PARALLAXE DE VÉNUS. 308, 309. Sa mesure? 348, 359, 602, 603.

PARALLAXE DU SOLEIL. 46, 47, 308, 668. d'après Tycho Brahé. 669. d'après Kepler. 669. d'après Huygens. 46, 410, 477, 668, 782, 783, 804, 805, 834. d'après Cassini. 46, 410, 477, 782, 783. d'après Flamsteed. 331, 602, 669, 782, 783, 832. d'après Newton. 669.

PARALLAXE DES ÉTOILES FIXES. Voyez *Distances des étoiles fixes*.

PASSAGE DE MERCURE DEVANT LE SOLEIL observé par Shakerley en 1651. 307. par Huygens en 1661. 307, 330. par Halley en 1677. 326. Voyez la Table I (Pièces et Mémoires), ainsi que celle des Ouvrages cités (Gallet, Gassendi, Hevelius), sur d'autres observations de transits de Mercure et sur celle par Horrox et Crabtree d'un passage de Vénus, et aussi sur un passage fictif de Vénus d'après Huygens.

PERSISTANCE DE LA QUANTITÉ DE MOUVEMENT VERS LE MÊME CÔTÉ — voyez aussi *Théorème, ou principe, de Huygens de la constance du mouvement vers le même côté etc.* — ADMISE PAR HUYGENS DANS LE CAS DU MOUVEMENT CIRCULAIRE. 456.

PESANTEUR, OU GRAVITATION, INHÉRENTE À LA MATIÈRE? 364, 435, 436, 445, 474, 494. Voyez aussi *Qualités inhérentes*.

PESANTEUR, SELON HUYGENS, SUIT LA PROPORTION DE LA MATIÈRE QUI COMPOSE LES CORPS. 381, 382, 432, 458.

PHILOSOPHIE DE PLATON (ET DE PYTHAGORE), D'ARISTOTE, DE CARNÉADE, DE CICÉRON, DE DÉMOCRITE, D'ÉPICURE, DE LUCRÈCE, DE DESCARTES (voyez aussi *Métaphysique de Descartes*), DE LA MOTHE LE VAYER, ETC., consultez la Table des Personnes in vocibus Platon etc. Voyez aussi *Étonnement etc.*, *Évolution de la pensée etc.*, *Éternité de la terre et du monde etc.*, *L'homme et l'animal*, *Retour périodique etc.*

PLAISIR, JOIE, VOLUPTE. 350, 367, 515, 520, 528, 545, 549, 550, 556, 568, 667, 682, 683, 724, 725, 730—733, 736, 737, 746, 747, 758, 759, 776, 777.

PLAN INVARIABLE DE LAPLACE. 320.

- PLANÉTAIRES D'ARCHIMÈDE ET DE POSIDONIUS. 78, 172—174, 352, 588, 589, 649, 650, 825.
 AUTRES PLANÉTAIRES. 111, 151, 171—174, 583, 586, 588, 589. Voyez aussi *Opinion etc.*
- PLANÈTES PRIMAIRES AU-DELA DE SATURNE? 362, 439. NOUVEAUX SATELLITES A DÉCOUVRIR.
 671, 778, 779.
- PLUTARQUE, ET D'AUTRES AUTEURS, SUR L'ÉQUILIBRE ENTRE LA PESANTEUR DE LA LUNE ET LA
 FORCE RÉSULTANT DE SON MOUVEMENT CIRCULAIRE AUTOUR DE LA TERRE. 553, 554, 818, 819.
- POLITIQUE. 564, 894.
- POSSIBILITÉ DE SORTIR DE L'ATMOSPHÈRE TERRESTRE? 659, 660, 762, 763.
- PRÉCESSION DES ÉQUINOXES. 63—65, 313, 349, 494, 495, 573, 692—694, 825, 829, 830.
- PRÉCONISATION, PAR MORIN, DE L'EMPLOI DE LA LUNETTE ADAPTÉE AUX INSTRUMENTS DE
 MESURE. 17.
- PRÉÉMINENCE, SUIVANT HUYGENS, DE L'EUROPE SUR LES AUTRES CONTINENTS. 550, 551, 736, 737.
- PRINCIPE DE HUYGENS, ET PRINCIPE DE NEWTON, POUR DÉTERMINER LA FIGURE DE LA TERRE
 APLATIE PAR LA ROTATION. 376, 385, 386, 391, 466—468.
- PROBABILISME. Voyez *Dogmatisme*.
- PROBLÈME RENVERSÉ DES TANGENTES. 468.
- PROPAGATION DU SON. 475, 806, 807.
- PROTESTANTISME. Voyez *Catholicisme etc.*
- QUADRATURE DE L'HYPÉRBOLÉ. 483, 484, 486—488.
- QUALITÉS INHÉRENTES. 435, 436, 445, 494, 498. Voyez aussi *Pesanteur, ou gravitation, etc.*
- QUESTION DE L'IMMORTALITÉ DE L'ÂME. 517, 522, 523, 528, 537, 563, 565. Voyez aussi sur l'âme
Anima et animus.
- QUESTION DE SAVOIR SI LE NŒUD ASCENDANT D'UNE PLANÈTE, VUE DU SOLEIL, EST „DIRECTE
 OPPOSITUS” AU NŒUD DESCENDANT. Détermination de la situation de différents nœuds. 177, 309,
 310, 321—329, 350, 366, 576, 582, 622, 623.
- QUESTION DES MARÉES. 671, 794, 795, 828.
- QUESTION DU LIBRE ARBITRE. 528, 665, 667. Voyez aussi *Déterminisme*.
- QUESTION DU REMORDS. 515.
- QUESTIONS SCIENTIFIQUES DÉPOURVUES D'UTILITÉ OU CONSIDÉRÉES SANS AVOIR ÉGARD À LEUR
 UTILITÉ ÉVENTUELLE. 517, 749, 750.
- RACCOURCISSEMENT (OU ALLONGEMENT) DU PENDULE À SECONDES (compté lorsqu'on se déplace
 avec lui) NON SEULEMENT PAR L'EFFET DE LA DIVERSITÉ DE LA FORCE CENTRIFUGE EN DIFFÉ-
 RENTS ENDROITS DE LA TERRE, MAIS AUSSI, ce dont Huygens doute (voyez aussi *Confiance
 probable etc.*), PAR CELUI DE LA DIVERSITÉ DE LA DISTANCE DES ENDROITS CONSIDÉRÉS AU
 CENTRE DE LA TERRE (DEUXIÈME INÉGALITÉ). 387, 396, 397, 405, 416, 422, 429, 430, 440,
 448, 449, 462—467, 476, 477, 494.
- RAISONNEMENT PAR ANALOGIE. 532, 535, 543sq, 659, 688, 689, *passim*.
- RATIO (RAISON). 553. *passim*. Voyez *Experientia*. Voyez aussi *Hasard*.
- RATIONALISME. 663.
- RELATIVITÉ DU MOUVEMENT SUIVANT HUYGENS. 416, 504—508, 583.

- RÉFRACTION ATMOSPHÉRIQUE. 18, 19, 30, 31, 44, 45; historique. 14—16. Son effet dans le cas du nivellement. 47.
- RETOUR PÉRIODIQUE DES MÊMES OPINIONS D'APRÈS ARISTOTE. 564.
- SANTÉ DU CORPS ET SANTÉ DE L'ÂME. 523.
- SCEPTICISME. Voyez *Dogmatisme*.
- SCOLASTIQUE. 661. Voyez aussi „*Traditions surannées etc.*”.
- SOCIÉTÉ HUMAINE. 3, 515, 551, 560, 561, *passim*.
- STYLE. 63, 185—188, 505, 664.
- SUPERSTITION. Voyez *Astrologie*.
- SYSTÈME DE COPERNIC. 130, 311, 334, 349, 357, 358, 366, 370, 541, 554, 567, 583, *passim*. DE TYCHO BRAHÉ. 130, 311, 357, 358, 361, 541, 583, 692, 693, 766, 767. SYSTÈMES D'AUTRES ASTRONOMES. 130—132, 343, 357, 358, 554, 582, 692, 693. DE G. BRINQ. 536, 666. Voyez aussi *Lois de Kepler*, *Lois de Newton*, et *Connaissances etc.*
- TABLES ASTRONOMIQUES. 7, 13, 15, 20, 25, 32, 69, 172, 176—180, 318, 322, 325—329, 622—625, 780, 781, 830, 835—837.
- TÉLÉOLOGIE. 535, 536, 556, 559, 686, 687, *passim*. Voyez aussi *Argument etc.* et *But de la création?*
- TÉLESCOPES. Voyez *Lunettes*.
- TEMPS. 525. Son infinité. 513, 524. Dieu et le temps. 514.
- TENDANCES CONCILIATRICES. 436.
- THÉORÈME — OU PRINCIPE — DE HUYGENS DE LA CONSTANCE DU MOUVEMENT VERS LE MÊME CÔTÉ DU CENTRE DE GRAVITÉ D'UN SYSTÈME SOUSTRAIT À TOUTE INFLUENCE EXTÉRIEURE. 415, 416. Voyez aussi *Perfissance etc.*
- THÉORIE DE LA PESANTEUR DE FATIO DE DUILLIER. 495, 496.
- THÉORIE DE LA RELATIVITÉ RESTREINTE. 508. THÉORIE GÉNÉRALE DE LA RELATIVITÉ. 505, 508. Voyez aussi *Relativité du mouvement suivant Huygens*.
- THÉORIE DES COULEURS DE NEWTON. 230.
- TOURBILLONS ANTIQUES. 434.
- TOURBILLONS DE DESCARTES. 112, 130, 343, 348, 350, 351, 353, 361, 362, 366, 370, 371, 437, 438, 446, 448, 472, 473, 495, 577, 583, 584, 667, 818—822.
- TOURBILLONS MULTILATÉRAUX DE HUYGENS. 4, 112, 354, 437, 439, 455, 505, 506, 569, 571, 577, 583, 584, 818—822.
- TOUT MOUVEMENT MATÉRIEL DÙ, SUIVANT HUYGENS, DANS LE COURS ORDINAIRE DES CHOSES, À UN MOUVEMENT MATÉRIEL. 432, 434, 436, 439, 446, 451, 497, 664, 665.
- „TRADITIONS SURANNÉES DE LA SCOLASTIQUE” (Tannery). 63, 511. Voyez aussi *Scolastique*.
- TRAVAUX ACADÉMIQUES COLLECTIFS. 8.
- UNITÉ DE LA MATIÈRE. 451.
- VALEUR DE LA DOCTRINE DE LA CRÉATION DU PREMIER CHAPITRE DE LA GENÈSE. 311, 312, 557, 663, 664, 684—687. Voyez aussi *L'homme est-il le seigneur de toute la nature?*
- VALEUR UNIVERSELLE, SUIVANT HUYGENS, DE LA GÉOMÉTRIE EUCLIDIENNE ET DES SCIENCES MATHÉMATIQUES EN GÉNÉRAL. 531, 532, 545, 547, 554, 558, 718, 719, 748, 749.

VERRE DE PARIS. 240. ANGLAIS. 240, 248, 249. DE VENISE. 248, 262. DE BOIS-LE-DUC. 244, 262, 263, 294, 295, 304.

VÉRITÉ. 351, 437, 525, 527, 532, 553, 558, 566, 659, 664, 726, 727, 748, 750, 751.

VOLONTÉ. 515, 526, 557, 665.

ADDITIONS ET CORRECTIONS.

<i>Page</i>	<i>Au lieu de</i>	<i>lisez</i>
19 note 44	Toms	Tome
63 l. 6	<i>Les „Peripateticorum questionum libri quinque” de Césalpin parurent pour la première fois à Florence en 1569. Une autre édition est celle de 1571 à l’enise apud Iuntas.</i>	
79 note 29	Il s’agit ici du niveau de Chapotot, non pas de 1680, mais de 1686 (T. IX, p. 96).	
116 l. 8 <i>d’en bas</i>	énonce	énoncé
131 l. 5	culcul	calcul
133 l. 13	Avertissèmen.	Avertissement
„ l. 16	mediat	media.
138 l. 6	En février 1661 Huygens, d’après son Journal de Voyage, avait fait la connaissance personnelle du comte Pagan „avecgle depuis long-temps” qui „croit avoir fait merveille avec ses nouvelles découvertes dans l’astronomie”.	
141 titre	1680—1661	1680—1681
150 l. 12	p. 188	p. 178
151 l. 3 et 2 <i>d’en bas</i>	Ann. Egypt (365)	Ann. Egypt (365)
	„	11
168 l. 3	Cetre	Cette
„ l. 10	Le premier	Le „premier
„ l. 5 <i>d’en bas</i>	Nos „vues d’ensemble du planétaire de 1682” sont, bien entendu, des vues de ce planétaire tel qu’il fut reconstruit en 1786. Voyez sur ce sujet la note *) de la p. 601.	
172 note 10	<i>Il s’agit d’une lettre de Rothmann à Tycho Brahe de septembre 1583 qui se trouve dans le recueil „Tyehonis Brahe Dani Epistoliarum Astronomicorum Libri”, Noriberge apud L. Hulsium, MDCL. Il y est question (p. 127—128) d’un „automaton . . . m’ræ parvitaris”.</i>	
193 troisième alinéa et	<i>Nous aurions pu ajouter que la lettre de Huygens à Cassini où il parlait, suivant ce dernier, „de faciliter l’usage des grands verres”, et à laquelle Cassini répondit le 16 février 1684, fut lue par lui à l’Académie le 26 février suivant d’après la p. 51 du T. XI des Registres de l’Académie. Nous y lisons: „Il [Cassini] a lu une lettre de Mr. Hugens qui luy escrit qu’il travaille à faire des verres de Lunettes, et</i>	
194 premier alinéa		

Page	Au lieu de	lisez
	<i>qu'il espere en faire de 100 pieds. Il pretend avoir trouvé le moyen de s'en servir sans l'embarras des grandes machines et il promet à Mr. Cassini de lui en communiquer le secret". Nous disions donc à bon droit que d'après les termes de cette lettre Cassini, avant de faire lui-même des observations au mois de mars, a pu deviner que Huygens observait sans tuyau.</i>	
198 note 43 l. 1	1 Nov. [1687]	1 Nov. [1686]
213 note 4 l. 2	deux regles	„deux regles
226 l. 3 d'en bas	ttop	trop
247 l. 15	jufques	jusques à
„ l. 7 d'en bas	i agir	s'agir
252 note 1 l. 4	[Fig. 79]	[Fig. 76]
254 l. 5 d'en bas	diamètre	diamètre
256 note 12	c. à. d.	(c. à. d.
260 l. 19	rougir	rougir
283 note 30	Le çonprimitive	Leçon primitive
288 l. 18	au de	ou de
289 l. 3 d'en bas	latia	latin
304 l. 13	1903	1703
317 l. 15 d'en bas	soleii	soleil
321 l. 19	p. 338	p. 308
322 note 1 l. 5	conjuñtionis	conjunctionis
339 note 1	Partie III de la p. 1.	Partie III de la p. 555.
343 dernières lignes	<i>Comme nous le disons aussi à la p. 348, différents §§ de la Pièce „Que penser de Dieu?" se retrouvent ailleurs dans le présent Tome avec leur contexte: on trouvera les §§ 1, 2 et 3 aux p. 526—527, et le § 4 à la p. 362. Seul le § 5 n'a pas été imprimé une deuxième fois.</i>	
382 l. 2	toute	toutes
387 l. 8	bafée	bafé
394 l. 2 d'en bas	am	jam
406 l. 7	quafi	quasi
415 note 1*	<i>Voici la page que nous avons publiée en 1941 dans la revue Janus à la mémoire de D. J. Korteweg décédé en cette année:</i>	

À LA MÉMOIRE DE D. J. KORTEWEG

31 mars 1848—10 mai 1941

Avec le Dr. D. J. KORTEWEG, professeur émérite de mathématiques à l'université municipale d'Amsterdam, disparaît le dernier survivant de la commission nommée en ou peu après octobre 1882 pour étudier et préparer l'édition projetée, ou du moins proposée, par l'Académie des Sciences, résidant en la dite ville, des Oeuvres Complètes de CHRISTIAAN HUYGENS ¹⁾.

Page

Au lieu de

lisez

Le lien personnel que le hasard, pour employer ce terme, a établi entre la présente rédaction de la revue historique *Janus* et la commission nommée, nous amène à rendre hommage en cet endroit, après plusieurs autres personnes, à la mémoire du défunt, dont les grands mérites envers HUYGENS sont toutefois les seuls que nous ayons à considérer ici.

Dès le début KORTEWEG prit une grande part à l'édition, comme le font voir e.a. de nombreuses notes manuscrites de sa main qu'on peut souvent consulter encore aujourd'hui avec profit. Il eut même le privilège d'avoir chez lui durant de longues années les manuscrits que HUYGENS légua en 1695 à la bibliothèque de l'université de Leiden où ils retournèrent pour tout de bon bientôt après que, presque octogénaire, il eut résigné, en 1927, la présidence de la commission. Notre portrait le représente, jeune encore, à cet âge patriarcal.

Nous aimons à croire que le vieillard plus que nonagénaire de 1940 a encore pu jeter les yeux sur le T. XX des Oeuvres paru vers la fin de cette année, se rattachant e.a. à certains autres tomes précédents traitant spécialement de mathématiques et notamment aux T. IX et X de la Correspondance, publiés respectivement en 1901 et 1905 et contenant e.a. les lettres échangées entre HUYGENS d'une part, LEIBNIZ et DE L'HOSPITAL de l'autre, lesquelles KORTEWEG avait pourvues de nombreuses citations des manuscrits et notes explicatives témoignant sa perspicacité et sa compréhension des vues de HUYGENS et de ses prédécesseurs ou contemporains.

J. A. VOLLGRAFF.

421 note 16

Ce n'est pas en vérité à la Prop. VI que le Lemma II cité est attaché, mais à la Prop. VII.

435 l. 2 d'en bas

prédécesseurs

prédécesseurs

„ note 33

noté

note

436 l. 2 d'en bas

en bas

„en bas

466 l. 7

surface

surface

471 l. 2 d'en bas

nel aïfferioient

ne laisseroient

476 l. 9 d'en bas

raison contraire.

raison contraire ³⁶⁾.

Au lieu de ³⁶⁾ nous aurions d'ailleurs pu écrire ^{36 bis)}.

482 note 54

note 9 de la p. 172

note 35 de la p. 499

495 l. 9

Leibniz

Leibniz ¹⁰⁾

1) D'après la Préface de février 1838 par les directeurs de la Société hollandaise des sciences de Haarlem du premier tome des Oeuvres lequel parut en cette année sous les auspices de cette Société.

Page	Au lieu de	lisez
520 note 9	τόν	τῶν
522 note 2 l. 8	p. 339	p. 342
533 note 15 l. 10	note 15 de la p. 553	note 25 de la p. 553
543 l. 3 d'en bas	<i>C'est bien „squalida” que Huygens écrit et non pas „squalida”. Nous avons par hasard trouvé le mot „squalidam” aussi chez „Jusse-Lipfe (p. 58 du T. II de ses Opera Omnia, publiés par B. Moretus en 1637).</i>	
564 l. 9—10	<i>„Incenerunt quemadmodum plus quies etc.” C'est par erreur que Huygens a écrit „Cicero” au lieu de „Seneca”: les paroles citées se trouvent en effet chez ce dernier auteur dans son dialogue „Ad Serenum de Otio”.</i>	
	<i>L'alinéa précédent de la p. 564 a également été emprunté au „De Otio” dont le cap. III contient le passage suivant: „Dne maxime et in hac re dissident secte Epicureorum et Stoicorum, sed utraque ad otium diuersa uia mittit. Epicurus ait: Non accedet ad rem publicam sapiens, nisi si quid interuenerit. Zenon ait: Accedet ad rem publicam, nisi si quid impederit. Alter otium ex proposito petit, alter ex causa”. Etc. Du moins c'est ainsi que Sénèque propose ici à ses lecteurs le sentiment des Stoïciens sur la politique; ce qui fait dire à Huygens que „l'un et l'autre [c. à. d. tant Zénon qu'Epicure] enseignent la retraite”.</i>	
566 note 3 l. 10	convient	Il convient
567 note 3 l. 1	siècle	siècle
583 l. 6	<i>C'est par négarde que nous avons dit que Roemer avait donné dans son planétaire la place centrale à la terre. Voyez la note 3 de la p. 343 du T. VIII où nous avons parlé de la figure de ce planétaire qui se trouve dans le Journal des Sçavans de 1682.</i>	
591 l. 11—12	cognoscete	cognoscere
610 l. 8	Font	Sont
611 l. 6	(mots illifibles)	V. Rota est
612 l. 4 d'en bas	attaché	attachée
614 l. 13	Font	Sont
616 l. 9—10	puisque chaque planète n'est ? pas attachée à l'anneau <i>ab</i> lui-même, mais à la petite lame <i>lm</i> ...	
	<i>La traduction est incertaine. Nous ne savons pas exactement comment les planètes étaient primitivement attachées à l'anneau; comparez notre remarque qui se rapporte à la p. 168 l. 5 d'en bas. Il est fort possible que Huygens ait voulu dire: puisque chaque planète aurait pu être attachée non pas à l'anneau <i>ab</i> lui-même, mais à une petite lame <i>lm</i>...</i>	

Page	Au lieu de	lisez
616 l. 18	es	les
618 l. 4	fixée	fixé
638 note 37 l. 8	confidérant	confidérant
650 l. 18	utilitatem	utilitatem
657 l. 17	conscriptus	conscriptus
„ note 9 l. 3	l'exhorte	l'exhorte
658 l. 4 d'en bas	facules	facules
683 note 5	<p><i>Le dialogue de Lucien „Icaromenippus” est sans doute une des oeuvres de cet auteur auxquelles Huygens fait allusion: Menippus s'y élève jusqu'à la lune (et même plus haut encore) à l'aide d'une paire d'ailes. Mais le passage de Kepler de la p. 30 du „Somnium” ne se rapporte pas à ce dialogue. C'est dans son „Αλγεῖος Ἰστορίας λόγος πρῶτος” que Lucien raconte avoir visité lui-même la lune, y ayant été porté (pour citer Kepler) „ultra columnas Herculis . . . ventorum turbinibus cum ipsa navi.”</i></p>	
697 l. 2 d'en bas	fint	fint
698 l. 5	cului	celui
716 l. 6 d'en bas	quelque	quelque peu
717 l. 6 d'en bas	contigiffiet	contigiffet
728 l. 23	ainfi	ainfi
740 note 44 l. 2	sublime . . .	Os homini sublime . . .
758 l. 24	un Empereur Grec	un Chef d'armée Grec
760 note 52	<p><i>Dans la note 50 de la p. 758 nous avons dit ne pas savoir de quel Imperator grec il est question. Nous le savons maintenant: il s'agit d'Archidamos, chef d'armée, ensuite roi de Sparte (I. III). En effet, Plutarque dans ses „Regum et imperatorum apophthegmata”, faisant partie des „Moralia”, nous apprend que Ἀρχιδάμος ὁ Ἀθηναίου καὶ πελαγονίου Ἰθῶν βῆλος τότε πρῶτον ἐκ Σικελίας κομισθεὶς ἀνέβησεν ὡς Ἡράκλεις. ἀπὸ τῶν ἀνδρῶν ἀρετῶν. Nous devons cette citation à P. J. Enk (comparez la note 1 de la p. 823).</i></p>	
810 l. 21	Leeuwenhoek	Leeuwenhoek
„ l. 23	ou	on
819 l. 1 d'en bas	au-deffus	au-deffus
860	foco	foco
	Louis XV etc.	Ajoutez: 388.



SOMMAIRE.

AVERTISSEMENT GÉNÉRAL	3
HUYGENS À L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES. ASTRONOMIE	5
OPPOSITION DE HUYGENS CONTRE UNE THÈSE DÉFENDUE PAR LE FILS DE COLBERT AU COLLÈGE DE CLERMONT À PARIS	61
HUYGENS À L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES. MÉMOIRE POUR CEUX QUI VOYAGENT	67
HUYGENS À L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES. LE NIVEAU	71
PROJET DE 1680—1681, PARTIELLEMENT EXÉCUTÉ À PARIS, D'UN PLANÉTAIRE TENANT COMPTE DE LA VARIATION DES VITESSES DES PLANÈTES DANS LEURS ORBITES ELLIPTIQUES OU CIRCULAIRES, ET CONSIDÉRATION DE DIVERSES HYPOTHÈSES SUR CETTE VARIATION	109
LE PLANÉTAIRE DE 1682	165
DANS DIX MILLE ANS... OPINION DE HUYGENS SUR LA SOBRIÉTÉ DU STYLE QUI CONVIENT AUX AUTEURS QUI VONT ESPÉRER QUE LEURS ŒUVRES SERONT DURABLES	185
ASTROSCOPICA COMPENDIARIA	189
MEMORIEN AENGAENDE HET SLIJPEN VAN GLASEN TOT VERREKIJCKERS	237
ASTRONOMICA VARIA 1680—1686	305
QUE PENSER DE DIEU ?	339
PENSEES MESLEES	345
CONSIDÉRATIONS SUR LA FORME DE LA TERRE	373
DE LA CAUSE DE LA PESANTEUR	377
CONSIDÉRATIONS ULTÉRIEURES SUR LA FORME DE LA TERRE	383
OBSERVATIONS DE 1689 SUR QUELQUES PASSAGES DES PRINCIPIA DE NEWTON, ET NOUVELLES CONSIDÉRATIONS DE CETTE ANNÉE SUR LE MOUVEMENT D'UN CORPS PUNCTIFORME DANS UN MILIEU EXERÇANT UNE RÉSISTANCE PROPORTIONNELLE AU CARRÉ DE SA VITESSE	413
DISCOURS DE LA CAUSE DE LA PESANTEUR	427
LA RELATIVITÉ DU MOUVEMENT ET LA NON-EXISTENCE D'UN ESPACE ABSOLU	501
DE RATIONI IMPERVIIS. DE GLORIA. DE MORTE	509
RÉFLEXIONS SUR LA PROBABILITÉ DE NOS CONCLUSIONS ET DISCUSSION DE LA QUESTION DE L'EXISTENCE D'ÊTRES VIVANTS SUR LES AUTRES PLANÈTES	529
ASTRONOMICA VARIA 1690—1691	569
DESCRIPTIO AUTOMATI PLANETARII	579
COSMOTHEOROS	653
TABLES. I. PIÈCES ET MÉMOIRES	845
II. PERSONNES ET INSTITUTIONS MENTIONNÉES	852
III. OUVRAGES CITÉS	867
IV. MATIÈRES TRAITÉES	883
ADDITIONS ET CORRECTIONS	891



Q Huygens, Christiaan
113 Œuvres complètes
H89
1888
t.21

P&A Sci.

PLEASE DO NOT REMOVE
CARDS OR SLIPS FROM THIS POCKET

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY
